ADRIANO PEREIRA DA SILVA
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED PRODUCTION ENGINEERING 2

Ano 2022

ADRIANO PEREIRA DA SILVA
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED PRODUCTION ENGINEERING 2

Ano 2022

Collection: applied production engineering 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Adriano Pereira da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied production engineering 2 / Organizador Adriano Pereira da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0180-3
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.803222604

1. Production engineering. I. Silva, Adriano Pereira da (Organizador). II. Título.

CDD 670

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

APRESENTAÇÃO

A coleção “Applied production Engineering 2” ascende consigo, além da pluralidade científica e acadêmica, permeando as singularidades das várias obras que compõem os seus capítulos, também os fundamentos necessários para o melhor desenvolvimento profissional. O volume apresentará trabalhos, pesquisas, relatos que promovem as diversas formas da aplicação da engenharia de produção, de modo interdisciplinar e contextualizada, em sua gama de conteúdo iterativo.

O objetivo principal é apresentar de forma clara e inequívoca a pesquisa realizada em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais, cujo trabalho inclui trabalhar com análise do mapeamento de processos; aplicação regulatória no desenvolvimento de procedimentos; diagnóstico ambiental; gestão de estoque; produtividade; modelagem de ensino; World Class Manufacturing (WCM); e áreas correlatas.

Com isso, os temas discutidos na sociedade, nos negócios e na academia são trazidos para um âmbito crítico e estruturado, criando uma base de conhecimento para acadêmicos, professores e todos os interessados em engenharia de produção e/ou industrial. Por isso, destaca-se a importância dos temas abordados neste episódio a partir da evolução das diferentes ferramentas, métodos e processos que a Indústria 4.0 desenvolveu ao longo do tempo e sua capacidade de resolver problemas atuais e futuros.

Assim, este trabalho apresenta uma teoria baseada nos resultados práticos obtidos por diversos professores e estudiosos que investiram considerável esforço no desenvolvimento de seus trabalhos, e o apresentarão de forma concisa e pedagógica. Entendemos a importância da divulgação científica, por isso também destacamos a estrutura da Atena Editora para fornecer a esses entusiastas da pesquisa científica uma plataforma abrangente e confiável para exibir e divulgar seus resultados.

Adriano Pereira da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

PORQUE HAY BAJA PRODUCTIVIDAD EN MÉXICO

Data de aceite: 01/04/2022

Víctor Manuel Piedra Mayorga
Lugar de trabajo Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Escuela Superior de Ciudad Sahagún, Universidad Autónoma de Tlaxcala Unidad Academice Multidisciplinaria Campus Calpulalpan

Rafael Granillo Macías
Catedratico Investigador de la Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo. Escuela Superior de Ciudad Sahagun

Miguel Ángel Vázquez Alamilla
Catedratico investigador de la Universidad Autonoma de Hidalgo en la Escuela Superior de Ciudad Sahagun

Raúl Rodríguez Moreno
Catedratico investigador de la Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo en la Escuela Superior de Tlahuelilpan

Miriam Leilani Piedra Guzmán
Catedratico investigador de la Universidad Autonoma de Tlaxcala en la Unidad Academica Multidisciplinaria Campus Calpulalpan

RESUMEN: México es un país con muchos recursos naturales, gente muy creativa, colinda con uno de los países más ricos del mundo, y sin embargo su productividad no es alta, situación que propicia trabajar más con menores resultados productivos, desigualdades sociales, pobreza y en algunos casos empresas poco competitivas, ante esta situación es importante analizar o detectar que aspectos sobresalientes están influyendo para establecer estrategias que permitan incrementarla, la productividades es la cantidad de producción de una unidad de producto o servicio por insumo de cada factor utilizado por unidad de tiempo, mide la eficiencia de producción por factor utilizado, por unidad de trabajo o capital utilizado, la forma de calcularlo es establecer la productividad del empleo, tomando el PIB, en términos reales, dividido por el total de horas trabajadas, cuanto más bajo sea el PIB por hora trabajada en un país se podrá distinguir un menor aprovechamiento de los recursos humanos, así como menor eficiencia del factor trabajo, trabajar largas jornadas de trabajo no son sinónimo de mayor producción económica, en México se pueden trabajar muchas horas al día y registrar una baja competitividad, en sentido contrario, los ciudadanos en Irlanda tienen un volumen promedio de horas trabajadas mucho menor que el mexicano y producen más del doble anualmente (Bilbao, 2010).

PALABRAS CLAVE: Productividad, producto interno bruto, trabajadores.

ABSTRACT: Mexico is a country with many natural resources, very creative people, it borders one of the richest countries in the world, and yet its productivity is not high, a situation that favors working more with lower productive results, social inequalities, poverty and in some cases of uncompetitive companies, in this situation it is important to analyze or detect what outstanding aspects are influencing to establish strategies that allow it to be increased, productivity is the amount of production of a unit of product or service per

input of each factor used per unit of time, measures the efficiency of production per factor used, per unit of work or capital used, the way to calculate it is to establish the productivity of employment, taking the GDP, in real terms, divided by the total hours worked, the lower the GDP per hour worked in a country, it will be possible to distinguish a lower use of human resources, as well as lower efficiency science of the work factor, working long hours of work is not synonymous with greater economic production, in Mexico you can work many hours a day and register low competitiveness, on the contrary, citizens in Ireland have a much lower average volume of hours worked than the Mexican and produce more than double annually (Bilbao, 2010).

ANTECEDENTES

24 millones de trabajadores de origen mexicano aportaron 25.6 billones de pesos al PIB de Estados Unidos (la mano de obra mexicana, se ubica principalmente en la agricultura, pesca, minería, industria manufacturera, construcción, actividades domésticas, carpintería, hostelería y el comercio, en puestos donde apenas es necesaria una formación académica), mientras que el PIB mexicano fue de 14 billones de pesos en México (CEPAL, 2001):

- La población de origen mexicano en Estados Unidos produce 3.6 veces más que los mexicanos residentes en el país.
- Los mexicanos en Estados Unidos son ocho veces más productivos que los mexicanos en su país.
- Siete veces más productivos en el sector servicios.
- Cuatro veces más productivos en el manufacturero.
- Dos veces más productivos en el sector construcción.

¿Si esta misma situación se presentara en México, sería una potencia mundial, pero porque no se refleja esto en la producción mexicana?, cuando el mexicano migra hacia ese país, por diversos motivos como practicar su inglés, de turista, por visitar a algún familiar, por estudiar o trabajar, tiempo completo o parcial, la jornada laboral es de 40 horas semanales, y la parcial de hasta 30 horas semanales, laboran de lunes a viernes de las 9 am hasta las 6 pm, con una hora para comer y dos descansos de 15 minutos. La legislación laboral estadounidense facilita la productividad y tiene mucha flexibilidad para contratar nuevo personal, tiene bajos costos para el despido y hay escasa o nula conflictividad laboral, el salario mínimo federal es de 7.25 dólares la hora, pero una gran cantidad de empleos ofrecen más de 50 dólares por cada hora trabajada por actividades especializadas, no en todos los estados se tiene el mismo salario para los empleados, a continuación, se mencionan algunas características:

- Despido: En el sector privado el despido está sin regular.
- Horas extraordinarias: son remuneradas a un 150% del salario por hora normal.

- Vacaciones: las empresas suelen ofrecer unas 2 semanas (10 días) de vacaciones anuales durante los primeros tres años de pertenencia a la empresa, a partir de los cuales, tiende a ofrecerse períodos vacacionales algo más largos.
- Permisos de maternidad o por enfermedad: comprende entre 2 y 4 semanas.

METODOLOGÍA

El estudio es cualitativo, descriptivo y se desarrolla con la intención de conocer cuáles son los factores sobresalientes de la baja productividad en México en algunas organizaciones y realizar propuestas que permitan a las empresas mantenerse en el mercado y crecer.

El empresario no tiene la obligación de remunerar los días de baja, sus convenios colectivos contienen:

1. Prácticas como el pago de vacaciones y festivos.
2. Indemnización por despido o incapacidad laboral transitoria.
3. Los tiempos para comer, de descanso, vacaciones o festivos.
4. Pago de trabajo de tiempo extra por trabajo dominical o en festivo.
5. Avisos de despidos, las razones del mismo o el pago inmediato de los salarios finales.

Para poder cotizar a la Seguridad Social de Estados Unidos es necesario contar con un número de Seguridad Social y permiso de trabajo en caso de que el estatus migratorio no lo impida, la cobertura de sanidad de los trabajadores no está garantizada en Estados Unidos por las administraciones públicas, gran parte de las empresas ofrecen como prestación complementaria algún tipo de cobertura sanitaria, no existe un nivel mínimo de cobertura obligatorio. El 71% de los trabajadores cuentan con cobertura sanitaria financiada, al menos parcialmente, por su empresa, las grandes empresas suelen contar con varios tipos de pólizas, en el costo de las cuales suele participar el trabajador, las pólizas suelen contar con franquicias anuales y con pagos por servicios médicos, y pueden no cubrir el costo total de las visitas o tratamientos, otra modalidad de cobertura ofrecida por las empresas cada vez en mayor proporción son las llamadas cuentas de gastos médicos, en las que las empresas aportan una cantidad preestablecida para gastos médicos, y el trabajador es quien la administra (Bilbao, 2010), a continuación se mencionan algunas características del servicio médico estadounidense:

- Pago por acto médico (Fee for Service): la aseguradora paga directamente al proveedor de servicios médicos, o reembolsa directamente al asegurado si éste pagó al proveedor.
- Health Maintenance Organizations (HMOs): los asegurados reciben acceso a la cobertura solamente a través del cuadro médico y hospitalario de las asegu-

radoras. Normalmente, hay que elegir un médico de cabecera, que es quien puede derivarle al especialista.

- Preferred Provider Organizations (PPOs): este tipo de plan combina características de los dos anteriores. los asegurados pueden elegir recibir la atención médica a través del cuadro médico y hospitalario de la aseguradora, ó pueden recibirla de médicos y hospitales de fuera de la red, en cuyo caso pagarán una porción más alta del costo de la atención.
- High Deductible Health Plans (HDHPs) y Health Savings Accounts (HSAs): son planes de muy bajo costo, con franquicias anuales altas y con pagos muy elevados, aunque con un tope anual de costo al beneficiario limitado a entre 6.000 y 12.000 dólares anuales y están exentas de impuestos.

En Estados Unidos ningún trabajador por cuenta propia o por cuenta ajena tiene seguro público médico antes de los 65 años, y debe elegir entre distintas formas de seguro de salud que proporcionan compañías privadas, el impuesto de personas físicas es un impuesto de carácter federal que se aplica a los norteamericanos y a aquellas personas residentes, para tener la condición de residente es necesario que éste disponga de una tarjeta de residente denominada tarjeta verde o “Green card” o bien, sin tener la misma, que se hayan cumplido unos requisitos de estancia mínima en el año natural anterior o en los dos años anteriores a la declaración. Situación que genera una competencia laboral para conseguir empleo, lo que eleva necesariamente la productividad (E.U, 2012). En 2017 se crearon 801 mil nuevos empleos en México, aumentando 42 millones de ocupación remunerada según el INEGI (2018), habría sido 1.9%, pero el Producto Interno Bruto sólo creció en 2.1% hasta septiembre, lo que significa que la productividad por trabajador sólo aumentó 0.2%, la productividad empresarial es uno de los índices más importantes a la hora de saber si una compañía está dirigiendo sus actividades por el buen camino o no, permite conocer el retorno que producen los medios invertidos en su actividad concreta, así como el nivel de eficiencia con el que está desarrollando su labor, cuando se habla de productividad empresarial se hace referencia al nivel de eficiencia que tienen los gastos invertidos por una empresa para desarrollar su actividad en relación a los ingresos recibidos (CEPAL, 2001). En México la cadena de productividad se rompe en cada eslabón comenzando por el ahorro:

- El 52% del ahorro lo producen los hogares mexicanos, sin embargo, su inversión fija es sólo del 28%, porque no hay información necesaria, ni los medios para que inviertan de manera directa en empresas, es decir, hay una falla de intermediación, la inversión no se ve reflejada en el crecimiento de la economía.
- El 63% de la inversión se destina al sector de la construcción, cuyo crecimiento promedio es de 0.3% anual que se traduce en sólo 7% del PIB, en otras palabras, no hay infraestructura, sino más casas, los trabajadores mexicanos no tienen las herramientas y habilidades necesarios para ser más productivos, ya

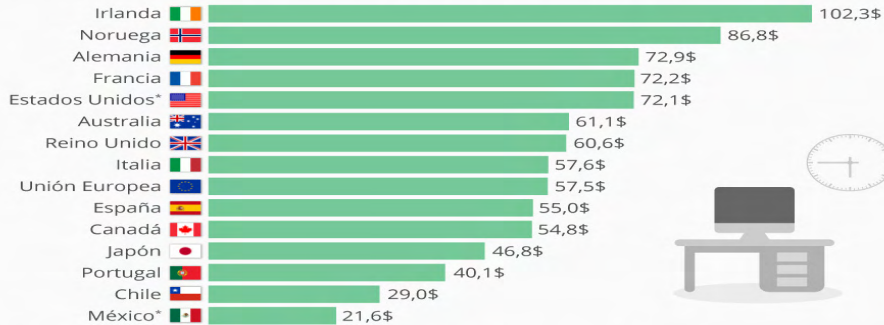
que el 60% de la Población Económicamente Activa (PEA) del país tiene estudios de secundaria o menos, situación que frena la potencial productividad del país.

- La fuerza laboral más preparada del país, es decir el 17% de la PEA cuenta con licenciatura o grado mayor, pero enfoca sus esfuerzos en carreras que no son productivas a nivel salarial (véase cuadro 1), como:

Poco productivas a nivel salarial	Mejor ubicadas por productividad salarial
Administración de Empresas.	Ingeniería Industrial,
Medicina.	Ingeniería Ambiental,
Derecho.	Ingeniería Química,
Psicología.	Ciencias de la Tierra

Cuadro 1: carreras productivas en México.

Fuente: CEPAL (2001).

Otro factor que frena la economía mexicana es la economía informal, los trabajadores en los carros de tacos o puestos de boleros no pagan impuestos, renunciando a los beneficios de una red de seguridad social, además permanecen inactivos la mayor parte del día, además es costoso pagar impuestos, la evasión fiscal generalizada tiene un costo muy elevado ya que al otorgar servicios públicos a la sociedad estos tienden a ser de menor calidad, la economía de México ha crecido a solo 2.4 % anual durante los últimos 25 años, con un pronóstico de crecimiento del 1% o menos, es necesario contar una mayor productividad, el exceso de oferta de mano de obra barata en México significa que hay pocos incentivos para innovar, se puede ver en todas partes, desde restaurantes de la Ciudad de México con dos camareros por mesa, hasta complejos turísticos de playa llenos de trabajadores que compiten por dólares de los extranjeros (véase cuadro 2).

Cuadro 2: Productividad laboral.

Cuando las empresas aumentan la producción, son extorsionadas por todos, desde jefes sindicales y políticos hasta el crimen organizado, las familias contratan a conocidos, por temor a que personas externas roben o a que aprendan el modelo de negocio y luego se vayan para convertirse en un rival, algunos enclaves están integrados globalmente. Y luego está el campo, con bajos niveles de capital humano y educación, violencia, donde el crecimiento de la productividad ha sido cero durante 50 años, en algunos de los programas de infraestructura, México recauda alrededor del 16 % del PIB en impuestos, menos de la mitad del promedio de la OCDE, y para obtener incluso esa escasa cantidad, depende mucho más de los impuestos corporativos, y menos de las contribuciones a la seguridad social, 80% de las empresas en el país miden la eficiencia con base en las horas pasadas en la oficina; el nivel de servicio y el tiempo de resolución de problemas son otras métricas más efectivas, hay rezagos en la forma de medir la productividad laboral, pues 80% de las empresas la mide con base en asistencia y tiempo trabajado. Esto refleja que los profesionales en el país trabajen mucho, pero tengan poca productividad, si un empleado no cumple su cuota en un tiempo, sea cual sea la actividad, entra en la categoría de improductivo, en otros países, las empresas toman en cuenta el indicador de nivel de servicio alcanzado para medir la productividad. Eso se toma en cuenta en 38% de las empresas en México, cifra menor a la media de los países de América del Norte, que es de 40%, es más fácil que en México (los directores) se fijen en cuotas, es decir, cuánto obtengo, en lugar de nivel servicio, en eso es similar a China, el mexicano promedio trabaja 2,237 horas al año y el país ocupa el sitio 61 en competitividad, mientras en Chile se laboran 2,015 horas y tiene la posición 33, las personas que dedican más horas al trabajo son los surcoreanos, con más de 2.600 horas por año, con un valor medio de hora de productividad de US$26,22 (19,5€), casi un 50% menos que los alemanes y franceses. México también tiene una media de horas de trabajo que excede las 2.100, y sin embargo

su valor de productividad por hora es de US$14,46 (10,75€), uno de los más preocupantes para la OCDE, un trabajador alemán no llega a trabajar 1500 horas al año (Simple, 2014), y sin embargo su hora de productividad es la mejor valuada del mundo, con un estimado de US$49.30 (36,68€). La fuerza laboral francesa es la segunda, con una media más próxima a las 1.500 horas y un valor de productividad de US$49.13 (36,55€), seguido por Estados Unidos. Para aumentar la productividad y ser competitivo requiere:

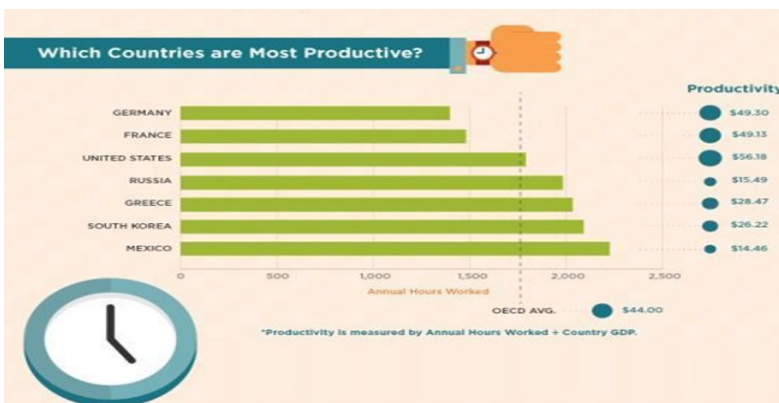
1. Conseguir a la persona con habilidades para hacer un trabajo específico.

2. Ver al empleado como ventaja competitiva.

3. En México la fuerza laboral se le ve como gasto, ni siquiera como recurso.

4. Cuando la empresa automatiza procesos está frente a la posibilidad de volverse más productiva, lo cual se logra a través de medidas prácticas como ayudar al empleado a tener claro que se espera de ellos y que la persona se entrene para cumplir con la calidad requerida una y otra vez, también ayuda la planificación de horarios de acuerdo a la disponibilidad de la persona y el rol que cumpla en el trabajo.

5. Si hay una mejor administración de horarios, se aprovecha de 2% a 3% más a la fuerza laboral (los empleados), un error común en el que incurren las empresas es tener una dificultad y levantar un reporte de lo que sucedió mucho tiempo después, actuar con más rapidez y llevar un proceso puede mejorar 30% las ganancias en la empresa y aumentar la productividad, llevar el control de situaciones tan básicas como porque se ausenta la gente del trabajo, no solo da herramientas para que la productividad no disminuya por esa situación, también se reduce 33% los tiempos extra de trabajo (véase cuadro 3).

- La competitividad tiene relación con los factores socioculturales, valores, actitudes, política, economía, capacidad para formular estrategias y políticas.

Cuadro 3: países más productivos.

Fuente: Forbes (2021).

- Políticas de infraestructura, educativa, tecnológica, estructura de la industria, ambiental regional, importaciones y exportaciones.
- Capacidad de gestión, estrategias empresariales, innovación, mejoras en los productos, desarrollo, producción y comercialización, integración de redes tecnológicas entre empresas y logística e interacción entre proveedores, productores y clientes.
- Política presupuestaria, monetaria, fiscal, de competencia, divisas y comercial.

Si una empresa es productiva, está desarrollando correctamente su actividad, puesto que permitirá que los ingresos superen a los gastos y, de esta forma conseguir los beneficios finales que tiene como objetivo básico, la productividad empresarial es un indicador que puede situarse mejor o peor, y donde la relación entre gastos e ingresos aporta una visión de la realidad de cómo avanzan las acciones empresariales (Simple, 2014). Las normativas externas dependen del gobierno, de las inversiones que esta lleve a cabo, no todas son rentables, por lo que se recomienda revisar aquellas que puedan suponer más gastos que ingresos y potenciar aquellas que sí que sean rentables, contar con una buena organización interna y una correcta planificación de los proyectos de la empresa hace que el trabajo invertido sea mucho más eficiente, mejorando con creces la productividad empresarial en su conjunto a través de lo siguiente:

- Digitalización y uso de nuevas tecnologías.
- Contar con un apoyo logístico profesional que se ocupe de solucionar los aspectos derivados de la logística empresarial.
- Flexibilidad y capacidad adaptativa: es importante que la empresa facilite a sus trabajadores que su trabajo sea lo más flexible posible, así como que cuente con una capacidad de respuesta elevada ante posibles riesgos externos o eventos que no dependan directamente de sus acciones como compañía.

El objetivo es establecer la mezcla idónea de maquinaria, de trabajadores y de otros recursos para maximizar la producción total de productos y servicios, la forma más visible de incrementar la productividad es que el empresario invierta en una unidad de capital para hacer el trabajo más eficiente, manteniendo el mismo nivel de empleo o, incluso, reduciendo el empleo. Es decir, una máquina más produce más de un producto o servicio con el mismo o menos empleo. Esta forma es la más visible y la más criticada, que los trabajadores, y sus representantes, critican estos incrementos de productividad porque dicen que ponen en peligro sus puestos de trabajo, algunos empresarios buscan más producción y menos trabajadores. En el sector de servicios también se ve el efecto de una máquina más, por ejemplo, con la inversión en informática, que hace que el trabajo de cada trabajador es mucho más eficiente y cada trabajador puede producir mucho más que antes, la productividad es impactado por los siguientes (Soundes, 2019):

- La calidad y disponibilidad de los recursos naturales, que impacta la producción

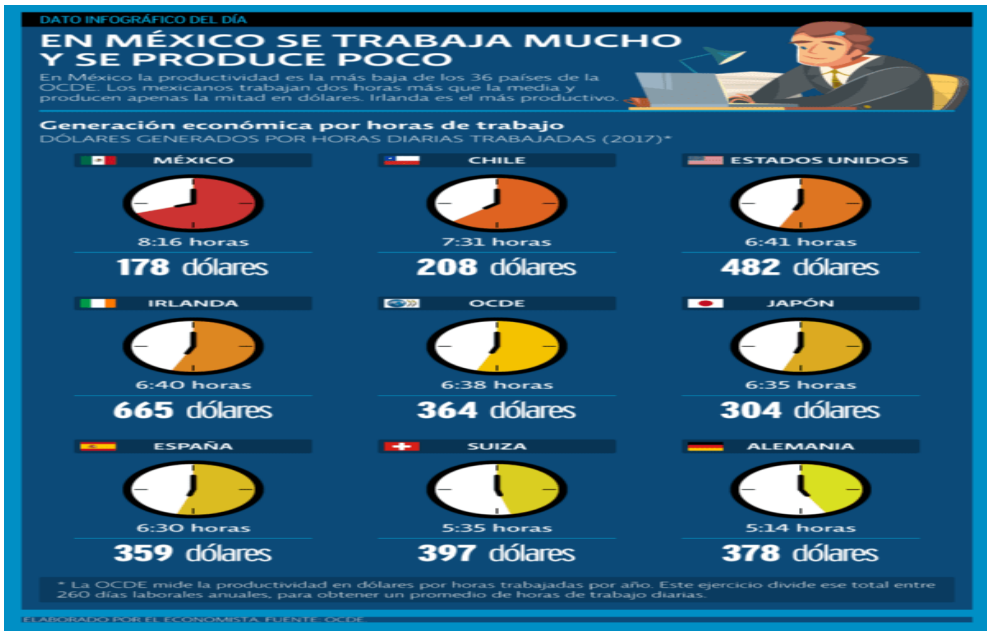
de productos y servicios.

- La estructura de la industria y los cambios de los sectores, incluyendo nuevos competidores o no, ampliando la competitividad e incentivando la mejora de la forma de trabajar.
- El nivel de capital total y su incremento, impacta su nivel, costo y facilita el nivel de inversión futura.
- El ritmo de progreso tecnológico, mejora el nivel y la calidad de tecnología utilizada en la producción.
- La calidad de los recursos humanos en su nivel de educación.
- El entorno macroeconómico, que puede facilitar o entorpecer la participación en la economía de los distintos actores, que son los empresarios y los trabajadores.
- El entorno microeconómico puede facilitar o entorpecer la forma de trabajar diaria los distintos actores.

Mejorar la productividad es clave para mejorar el nivel de vida de la sociedad, ya que repercute en más potencial al incrementar los sueldos y tener mejor rentabilidad para el capital invertido, que incentiva cada vez más la inversión, el crecimiento de empleo y el crecimiento de la economía. México es el de mayor número de horas entre los 34 países del organismo (2 mil 246 por año), arriba de Corea del Sur y EU (mil 779 horas).

No puede haber especialización si no aumenta el volumen del producto y éste no aumenta si no hay mayor inversión y el mercado crece, partiendo de que un trabajador ya tiene una tarea asignada, enfrenta infinidad de barreras a la eficiencia y por eso dedica más horas que en otros países para cumplir con sus encargos, dicho fenómeno afecta sobre todo al sector servicios, la causa está en el ambiente de indiferencia sobre si se hacen las cosas y si se hacen bien, cambios frecuentes de reglas, pérdida de confianza entre gobierno y ciudadanos y entre contratistas y contratados, falta de cumplimiento de los convenios, impuntualidad en las entregas, e inseguridad física, entre muchos otros (Soundes, 2019), los trabajadores por su cuenta o asalariados pasan tanto tiempo haciendo tareas tan simples como solicitar un estado de cuenta bancario, aclarar movimientos de tarjeta de crédito, tramitar licencias y cambios frecuentes de licencias con muy poca justificación, recolectando y llevando a todos lados documentos originales comenzando con actas de nacimiento. A nivel de empresas se observa en el gran número de empleados que necesitan para cumplir con reglamentos y responder a oficios de autoridades y horas interminables que pasan los ejecutivos discutiendo cómo satisfacer las exigencias de éstas, esto conlleva a una continua degradación del clima económico. La situación fiscal que tiene México limita el aumento de la inversión pública, la desregulación, reconstrucción de la confianza entre ciudadanos y autoridades y simplificación, lo importante no es la cantidad de factores de producción, sino un conjunto de intangibles, como seguridad jurídica,

calidad de la infraestructura y confiabilidad de trabajadores y contratistas, entre otros. En la medida que la redistribución del ingreso nacional sea equitativa, los trabajadores pueden potencializar sus capacidades laborales de manera intelectual y colectiva (Aguilar 2020).

En México los trabajadores tienen la jornada más larga de todos los miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el PIB por hora trabajada más bajo, cada hora trabajada por un mexicano produce apenas 21.6 dólares; la media de estos países es 54.8 dólares, el bienestar de los trabajadores se traduce en mejor aprovechamiento de sus capacidades. Los países con niveles altos de productividad registran un número de horas de trabajo mucho menor, lo que le permite destinar tiempo a actividades personales, recreación y esparcimiento (véase cuadro 4).

Cuadro 4: Cuadro comparativo de productividad con otros países.

Fuente: OCDE (2020).

En estos países también existen incentivos para la ciencia, la investigación y el desarrollo, fomento a las actividades culturales y grados bajos de rezago educativo, el aprovechamiento de los recursos humanos a escala nacional se ve limitado por:

- Baja inversión pública en educación de calidad e igualitaria.
- Innovación tecnológica.
- Poca intervención regulatoria para tener un mercado más competitivo.
- Composición de los factores productivos en el país.

- Condiciones laborales, económicas y sociales no logran potencializar y aprovechar eficientemente los recursos humanos.

Cuando un país tiene niveles bajos de productividad laboral no significa que sus trabajadores tengan menores capacidades, los trabajadores mexicanos pasan gran parte de su tiempo en el trabajo y en el tráfico, con jornadas laborales de 8 horas por semana, a los mexicanos les resta poco tiempo en la semana para realizar otras actividades personales. Y lo más triste de esto es que la productividad laboral es muy baja, es decir, se trabaja mucho, pero se produce poco, un trabajador mexicano labora 8.16 horas y produce 178 dólares, mientras que un trabajador alemán labora 5.14 horas y genera 378 dólares (ESM, 2019):

- La productividad laboral por hora se define como el producto real (valor agregado bruto) dividido por el total de horas trabajadas por todas las personas empleadas.
- La productividad laboral por persona empleada se define como el producto real (valor agregado bruto) dividido por el total de personas empleadas.

De acuerdo con la OCDE la productividad laboral es cuestión de trabajar en forma más inteligente en vez de trabajar más duro, esto refleja la capacidad de las empresas para fabricar más productos al combinar mejor los insumos a través de nuevas ideas, innovaciones tecnológicas, así como mediante procesos e innovaciones en la organización, una ideología afirma que el trabajo duro es la mejor manera de alcanzar cualquier objetivo, trabajar de la manera más inteligente poco a poco se está convirtiendo en la nueva filosofía por obedecer para alcanzar cualquier meta. Aunque en el transcurso de la historia ambas doctrinas han demostrado ser mecanismos efectivos para tener éxito en cualquier ámbito, el puro trabajo por más digno y admirable resulta no ser suficiente, especialmente contemplando el contexto contemporáneo y su fijación por tratar de encontrar nuevas maneras de realizar los trabajos (Aguilar, 2020). La medición de la productividad laboral refleja qué tan productivos son los ciudadanos empleados de un país, tomando en consideración la duración promedio de la jornada laboral, México posee el primer lugar en cuanto a la extensión promedio más larga, debido a que un trabajador mexicano destinará alrededor de 2,148 horas al año a cumplir con sus actividades laborales, la media de los integrantes de la OCDE es de tan solo 1,726 horas al año, es decir, 20% menos que la jornada laboral mexicana, esta diferencia podría interpretarse como algo positivo para el país, puesto que se pudiera interpretar como un mayor nivel de compromiso hacia la ocupación profesional por parte de los trabajadores mexicanos y, en teoría, esto contribuiría a una mayor producción de bienes y servicios. Sin embargo, después de analizar el valor promedio de lo producido por los miembros de la OCDE, es desalentador percatarse de que dicha interpretación es incorrecta (ESM, 2019), el valor promedio de lo producido por la OCDE por hora de trabajo es de 54.8 dólares, en México solo se generan 21.6 dólares, lejos

de llegar siquiera a la mitad, los empleados mexicanos estén destinando una significativa cantidad de tiempo a sus actividades laborales, en realidad no lo hacen por un sobrellevado sentido de compromiso laboral; lo hacen como un esfuerzo colectivo inconsciente para cubrir las claras señales de una estructura laboral ineficiente, existen diversos factores que han favorecido y alargado el bajo nivel de la productividad laboral mexicano, los cuales pueden ser agrupados en tres categorías principales (Milenio, 2013):

1. Capital físico: se refiere a las herramientas utilizadas por los trabajadores de las empresas mexicanas para la producción de bienes y servicios, para optimizar los procesos de producción y aumentar el valor total de lo producido, la infraestructura mexicana se encuentra en el lugar 49 de 140 países que integraron un estudio del Foro Económico Mundial, realizado en 2018.

2. Capital humano: existen cualidades inherentes como los niveles máximos de estudios, las habilidades profesionales y la experiencia laboral, la tasa poblacional con un nivel educativo menor a la educación media superior en México es de 63%, un hecho bastante alarmante considerando que el promedio entre los países de la OCDE es de apenas un poco más de 20%. Además, aspectos característicos de la economía mexicana, como los altos niveles de empleo informal y la desigualdad laboral de género, actúan como fuertes inhibidores del pleno desarrollo del sector laboral formal, 31% de las empresas en el país manifiestan que tienen dificultades para encontrar empleados con las habilidades y conocimientos que requieren, lo cual disminuye el interés del sector privado internacional por invertir en México y en su mercado laboral.

3. Cambios tecnológicos: los avances en el conocimiento y la innovación son fundamentales para aumentar la productividad laboral, en especial cuando resultan en el desarrollo de nuevos sistemas y/o dispositivos tecnológicos. Los estímulos fiscales, la razonable asignación de recursos en el presupuesto público para investigación y desarrollo, al igual que los programas y competencias organizadas por el sector privado promueven los avances en la ciencia y la tecnología.

A pesar de la importancia de estos factores para la economía nacional, México no parece considerarlos como prioridades: el gobierno mexicano asigna menos de 1% del PIB al año hacia estos sectores desde el año 2018 (0.43% en promedio durante el último sexenio), mientras que países desarrollados como Estados Unidos, Alemania y Japón destinan porcentajes mayores a 2.5% (ESM, 2019). Mediante reformas estructurales educativas, laborales y el compromiso de implementarlas y con el esfuerzo coordinado entre el sector público y el privado, se puede lograr avances en la competitividad, ya que una vez que el sector privado tenga acceso a diferentes incentivos para invertir en innovaciones tecnológicas, adquirir herramientas avanzadas y captar personal calificado, el mercado laboral de México será percibido de manera favorable por las empresas con planes de formar parte del entorno empresarial mexicano, aumentando la inversión en México, la productividad laboral experimentará un incremento en cuanto

al valor de lo producido, además de que otros problemas socioeconómicos como el desempleo y la pobreza podrían reducir sus márgenes, es necesario establecer un régimen que contemple las medidas necesarias para corregir las deficiencias en las tres categorías señaladas como primordiales para alcanzar una alta productividad laboral (Aguilar, 2020), así como convencer al sector privado de que dichas mejoras se efectuarán de manera transparente y con el objetivo de garantizar el rendimiento de sus inversiones en el país, cuando la economía crece por encima del crecimiento de las horas trabajadas, significa que la productividad de los trabajadores aumentó y fueron más eficientes, en los últimos años, el crecimiento de las horas trabajadas totales en la economía ha sido consecuencia de un mayor número de personas que se incorporan al mercado laboral, entre el cuarto trimestre de 2016 y el cuarto trimestre de 2017, el número de horas trabajadas totales pasó de 26 mil 300 millones a 26 mil 710 millones de horas (Milenio, 2013). Sin embargo, el número de trabajadores aumentó en 742 mil personas (véase cuadro 5).

Cuadro 5: crecimiento de la productividad laboral.

De manera interna en México, la productividad laboral en la Ciudad de México es 4.5 veces superior a la que se observa en Oaxaca y Chiapas, por lo que a nivel agregado, el dinamismo en los estados del norte y Bajío es contrarrestado por aquellos localizados principalmente en el sur, donde la productividad no solo es baja, sino que se mantiene constante e incluso decrece, estas diferencias dependen de la actividad económica que se analice, pues mientras la productividad en las actividades primarias y terciarias creció 1.6 % y 1.3 % anual respectivamente durante el último trimestre del año pasado, la productividad laboral de las actividades secundarias tuvo una caída de 3.3% anual (Animal político 2018). De acuerdo con datos de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), la productividad laboral en México creció en apenas 0.3 % promedio anual entre 2002 y 2016, muy por debajo del promedio anual de los países

miembros, 1.2%, comparar el crecimiento en la productividad mexicana contra otros países con desarrollo similar, los resultados son preocupantes. En Turquía, Colombia y Brasil la productividad laboral creció 3.1 %, 1.9 % y 1.2 % promedio anual respectivamente en el mismo periodo, es fundamental para impulsar el crecimiento de la productividad por la adopción de tecnología que usualmente conlleva, en Estados Unidos se ha implementado una reducción en la tasa de impuesto corporativo, mientras la tasa impositiva a personas morales en México está muy por encima del promedio de la OCDE, – 30 % frente a 25 %, las alternativas fiscales pueden atraer inversión y evitar que México pierda competitividad fiscal, la rápida urbanización en México se ve como una oportunidad para promover la aglomeración de industrias en regiones actualmente rezagadas y para construir políticas urbanas que contemplen el desarrollo de viviendas junto con todos los servicios necesarios para una buena calidad de vida. El PIB solo cuantifica el valor de la producción final y no la intermedia, considerando al PIB como un indicador de productividad, es interesante saber que solo 19 países con mayor PIB contribuyeron con el 81% del PIB mundial en el año 2011 (Milenio, 2013).

1. Estados Unidos (22.05%).
2. China (10.66%).
3. Japón (8.57).
4. Alemania (5.22%).
5. Francia (4.05%).
6. Brasil (3.62%).
7. Reino Unido (3.55%).
8. Italia (3.21%).
9. Rusia (2.71%).
10. India (2.7).
11. Canadá (2.54%).
12. España (2.18%).
13. Australia (2.00%).
14. México (1.69%).
15. Corea del Sur (1.63%).
16. Indonesia (1.24%).
17. Países Bajos (1.225).
18. Turquía (1.13%).
19. Suiza (0.93%).

El PIB de los primeros cinco países listados contribuyeron con alrededor del 51% del PIB total mundial, Estados Unidos es el país con mayor PIB, su crecimiento en este indicador fue del 8.11% en el periodo 2007-2011, mientras que el de China, su más cercano competidor, fue del 108.87%. Con una participación menor al 2% en su PIB, México quedó dentro de los 14 países con mayor PIB en el mundo y el crecimiento de éste fue del 11.52% en el periodo 2007-201, las importaciones y exportaciones de los 19 países con mayor contribución al PIB mundial, los sectores industriales que contribuyen a la economía son (Animal político 2018):

- Productos químicos (89.47%).
- Alimentos y bienes de consumo (84.21%).
- Vehículos de motor (68.4%).
- Maquinaria y herramientas (63.16%).
- Acero (57.89%).
- Textiles, prendas de vestir y calzado (57.89%).
- Petróleo (52.63%).
- Electrónica y sus equipos (52.63%).
- Minería (47.37%).

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

La regulación asfixiante, la monopolización de los mercados en los que opera, la competencia desleal del comercio informal y el exceso de regulación en el plano laboral y sanitario, que ha crecido en paralelo al tamaño de la empresa, son motivo suficiente para frenar la competitividad, en las pequeñas y medianas empresas mexicanas se manifiesta el síndrome de Peter Pan: no crecen porque en paralelo también lo hacen sus obligaciones y la capacidad de extorsión de otros agentes, legales o no, el paso de microempresa a pequeña empresa es muy difícil (Aguilar, 2020); de pequeña a mediana, casi imposible; y de mediana a grande, del todo inviable. Debido a la emergencia sanitaria ocasionada por el coronavirus Covid-19 muchas empresas del país dieron a los empleados la posibilidad de trabajar de manera remota, gracias a lo cual siete de cada 10 mexicanos haciendo home office, sienten que ahora son más productivos. Al 85% de los participantes en el estudio les agrada hacer home office. Sin embargo, alrededor del 70% considera que en su casa trabaja más que en la oficina, las mujeres fueron las que más manifestaron esta situación, razón por la cual el 70% preferiría combinar el trabajo en oficina y en casa, razón por las que la mayoría de los trabajadores están contentos con la posibilidad de realizar trabajo remoto es que sienten que pueden administrar mejor su tiempo; pueden estar cerca de su

familia; son más productivos y eficientes; hay mayor puntualidad en las juntas de trabajo; le es más sencillo poder estudiar cursos; sienten menor estrés y presión; y tienen más tiempo libre, algunas desventajas del home office como un aumento en la postergación de las tareas; sentirse cansados por permanecer en un solo lugar; falta de herramientas tecnológicas y fallas en el internet; desconfianza de los superiores y falta de empatía para atención a los hijos; les es más difícil concentrarse; además de la falta de interacción con otras personas.

El segundo factor es que se demanda demasiado al empleador: las cargas extra salariales son muy altas y empujan a contratar en la informalidad, en el plano fiscal, el ecosistema es igualmente poco amigable. Hasta ahora, las políticas públicas han ido encaminadas a la creación de más y más PyME, y no a su crecimiento, los pequeños empresarios también deben pensar de una manera estratégica. Es importante incrementar el nivel educativo de los trabajadores, lo cual se puede llevar el conocimiento a las organizaciones, construyendo o adaptando aulas y se presente un docente a impartir clase, se puede utilizar el INEA, o al mismo personal preparado, previa capacitación en programas educativos para llevar a cabo dicho proyecto, de esta manera el trabajador tendrá más visión de lo que produce y en consecuencia aumentar su productividad (Animal político 2018).

REFERENCIAS

1. Aguilar (2020). La deficiente productividad laboral en México. Recuperado de La deficiente productividad laboral en México - Revista Contaduría Pública : IMCP | Una publicación del IMCP (contaduriapublica.org.mx)

2. Animal político (2018). La productividad laboral de México, estancada frente otros países de la OCDE: #SemáforoEconómico. Recuperado de La productividad laboral de México, estancada frente otros países de la OCDE: #SemáforoEconómico (animalpolitico.com)

3. Bilbao (2010). Historia económica. Recuperado de Untitled (uam.es)

4. Cepal (2001). Desarrollo económico local y descentralización en América Latina: Análisis comparativo. Recuperado de S2001704_es.pdf (cepal.org)

5. Estados Unidos (2012). Estados Unidos. Recuperado de Informe Secretaría: Guía País (iberglobal.com)

6. El sol de México (2019). México trabaja mucho y produce poco: S&P. Recuperado de México trabaja mucho y produce poco: S&P - Noticias, Deportes, Gossip, Columnas | El Sol de México (elsoldemexico.com.mx)

7. Milenio, (2013). Los países más productivos en el mundo. Recuperado de Los países más productivos en el mundo (milenio.com)

8. Simple (2014), ¿Qué países tienen mayor índice de productividad laboral? Recuperado de ¿Qué países tienen mayor índice de productividad laboral? (simpleproductividad.es)

9. Soundes (2019). El impacto de la tecnología en el crecimiento y el empleo. Recuperado de El impacto de la tecnología en el crecimiento y el empleo I OpenMind (bbvaopenmind.com)

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NO SETOR METALÚRGICO: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DAS PUBLICAÇÕES UTILIZANDO AS PLATAFORMAS *WEB OF SCIENCE* E *SCOPUS*

Data de aceite: 01/04/2022
Data de submissão 07/02/2022

Alex Nakauti Kiyomoto
Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos-CEETEPS
São Paulo-SP-Brasil
http://lattes.cnpq.br/6012886119877415

Silvia Pierre Irazusta
Laboratório de Toxicologia ambiental e Ocupacional –FATEC SOROCABA; Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos-CEETEPS
São Paulo-SP-Brasil
http://lattes.cnpq.br/5254817905474195

RESUMO: O diagnóstico ambiental é uma ferramenta de gestão com o objetivo de caracterizar os componentes ambientais da empresa, avaliando-os quanto ao seu adequado manejo, apontando a eficiência da organização e, principalmente, as oportunidades de melhoria dos indicadores ambientais em relação às metas estabelecidas, bem como a sua adequação à legislação vigente. Deste modo, a adoção de ações para correta gestão ambiental e socioambiental pelas organizações, de caráter obrigatório ou não, se inicia com um correto diagnóstico do seu sistema produtivo. A perfeita caracterização dos processos permite a análise e definição da realidade local, permite a adoção de medidas de correção, mitigação ou melhoria, visando a sustentabilidade desse sistema produtivo. A indústria metalúrgica representa um importante setor econômico e estratégico para o país, ocupando em 2019, a nona posição mundial no *ranking* de produção de aço bruto. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa bibliométrica e análise dos resultados a fim de estabelecer um panorama atualizado destas publicações. A busca foi realizada nas bases de dados *Web of Science*® e *Scopus*® por meio de uma ferramenta bibliométrica, analisando os descritores "*environmental diagnosis*" e "*metallurgical industry*". Os resultados apontaram que há uma carência de estudos abordando o tema da pesquisa, constituindo possivelmente, uma lacuna na literatura a ser explorada evidenciando a avaliação ambiental do setor produtivo metalúrgico como um assunto importante para estudos futuros.
PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico ambiental; Indústria metalúrgica; Análise bibliométrica.

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS IN THE METALLURGICAL FIELD: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE PAPERS USING WEB OF SCIENCE AND SCOPUS PLATAFORM

ABSTRACT: Environmental diagnosis is a management tool to characterize the environmental components in a company, evaluating its appropriate management, ensuring an efficient organization and, more importantly, the opportunities to improve its environmental indicators regarding the established targets as well their adequacies to the standard rules. Therefore, the adoption of correct environmental

and social-environmental actions, compulsory or non-compulsory, by the organizations shall start by the correct diagnosis of their productive system. The perfect characterization of all processes enables the analysis and definition of the local circumstances, allowing the adoption of corrective and improvement measures aiming at the sustainability of this productive system. The metallurgical industry represents an important and strategic sector of the economy of the country, ranked 9th in the world at the 2019 ranking of production of crude steel. Therefore, the purpose of this paper was to conduct a bibliometric research and analysis to set up an updated panorama of these publications. The search was carried out at the *Web of Science and Scopus* database using a bibliometric tool to analyze the descriptors "*environmental diagnosis*" and "*metallurgical industry*". The results presented a lack of studies addressing the subject possibly constituting a gap in the literature regarding the issue, making the environmental assessment of the metallurgical productive sector an important subject for future studies.
KEYWORDS: Environmental diagnosis; Metallurgical industry; Bibliometric analysis.

1 I INTRODUÇÃO

Segundo dados do IBGE, em 2020 houve o crescimento de 28,9% no setor metalúrgico quando comparado com o ano anterior, mostrando a força deste ramo na economia brasileira (PRODUÇÃO, 2021). Este crescimento significativo, vem acompanhado proporcionalmente de impactos ambientais em função da natureza extrativista de insumos e rejeitos dos processos físicos e químicos. As atividades industriais metalúrgicas são estruturadas em diversos processos minerais que são operações básicas, realizadas no minério bruto, com o intuito de obter produtos comercialmente viáveis. O processo de fundição, por exemplo, é composto por diversas etapas tecnológicas que geram algum tipo de poluição, destacando-se aí a escória do processo de produção que se caracteriza por ser um resíduo, cujo descarte pode poluir o solo, a vegetação, o ar e a água, pelos metais descartados em aterros sanitários sem impermeabilização. Os demais subprodutos, são descartados nos pátios das indústrias e podem propagar pelo ar, micropartículas que podem afetar a cadeia alimentar nos ecossistemas (CIRTINA *et al*., 2016).

Diante desta problemática um diagnóstico ambiental envolvendo o ciclo de produção, desde a extração até os rejeitos destes materiais torna-se fundamental. O diagnóstico ambiental consiste numa ferramenta que oferece metodologias e técnicas para o reconhecimento de perturbações ambientais, caracterizando os impactos nos recursos naturais da área de descarte como por exemplo, a vegetação e os corpos d'água (OROZCO-MEDINA *et al*., 2020).

O objetivo deste trabalho, foi realizar uma pesquisa bibliométrica das publicações sobre o tema diagnóstico ambiental, utilizando os descritores "*environmental diagnosis*" e "*metallurgical industry*", em duas bases de dados, *Web of Science*® e *Scopus*®. Os resultados foram analisados a fim de estabelecer uma base quantitativa comparativa das publicações nestas bases de dados.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente há um reconhecimento por parte das organizações, de que as questões de ordem ambiental constituem um fator relevante influenciando sua imagem frente aos consumidores, cujas expectativas veem se tornando mais exigentes a cada dia. Além disso, há a necessidade de adequação às normas e à legislação ambiental e socioambiental. Dentro do conceito conhecido como *people, profit and planet* (3Ps), introduzido por John Elkington, o direito ambiental tem pressionado as corporações a cumprirem as diretivas socioambientais e a responsabilizar-se com as questões ambientais, uma vez que estes instrumentos legislativos não só orientam, como identificam problemas e preveem punição a empresas que os desrespeitem (MUÑOZ; COHEN, 2018).

Este cenário tem promovido um crescente busca por certificações ambientais e ações sustentáveis, como forma de credibilidade e de comprometimento pelas empresas, além de programas internos de treinamento e de educação continuada, tornando o conceito de sustentabilidade parte da cultura para a sociedade. O termo *compliance* ambiental tem aparecido nas grandes indústrias de transformação do Brasil e significa mais amplamente agir de acordo e estar em conformidade a alguma causa. É um instrumento ligado a alta direção da empresa, trabalhando concomitantemente com órgãos ambientais com intuito de que suas corporações se adequem às normativas ambientais, evitando assim, transtornos e penalidades. Atua de modo preventivo e corretivo, preservando a imagem da empresa como "sustentável" perante a comunidade (GOMES; OLIVEIRA, 2017).

Dentre as indústrias de transformação, as atividades do setor metalúrgico no Brasil merecem atenção especial. Em 2019, o país produziu $32,6.10^6$ toneladas de aço bruto, ficando entre os nove países que mais produziram este material. No mesmo ano, o saldo comercial brasileiro no setor, apresentou excedente de US$ 4,8 bilhões com exportações totalizando US$7,3 bilhões e importações de US$ 2,5 bilhões, sendo os Estados unidos o principal importador (OLIVEIRA, 2020). Este setor é de suma importância para a economia nacional pois alimenta outros ramos de atividades como a indústria automobilística, que utiliza plenamente o aço plano e a construção civil que consome o aço do tipo longo em estruturas de edificações (FERREIRA, 2008).

Os processos metalúrgicos usam como matéria prima principalmente alumínio, ferro, manganês, níquel, cromo, molibdênio, cobre, cadmio e chumbo e produzem resíduos de naturezas variadas além dos próprios metais, como por exemplo, a areia de macharia, utilizada na confecção dos machos na fundição, que é considerada um resíduo tóxico (LANGE, 2010), devido à presença de resinas fenólicas, com a função de catalizadores, em sua composição. Quando mal gerenciados estes resíduos produzidos nas atividades metalúrgicas, podem contaminar o solo e os corpos d'água e consequentemente, os organismos em geral (BELLINASO *et al.*,1998).

A fim de caracterizar os aspectos e impactos ambientais das atividades da área

de metalurgia, em todo seu ciclo de produção, o procedimento de diagnóstico ambiental é útil na definição de um cenário organizacional. Trata-se de uma ferramenta de gestão ambiental inserida no gerenciamento industrial com o intuito de identificar a relação da organização com o meio ambiente, a gestão de resíduos sólidos e líquidos, bem como, o monitoramento e controle de emissões para a atmosfera, visando avaliar o desempenho ambiental da organização, bem como evidenciar aspectos para a melhoria continua, tornando a empresa mais competitiva (HAAS; TREIN, 2013).

A questão de emissões derivadas da metalurgia é norteada pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 001/86 que define as características do meio físico, biológico e socioeconômico a serem consideradas e respeitadas no manejo da área sob influência dos rejeitos de produção metalúrgica.

> a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;
>
> b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;
>
> c) o meio socioeconômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconômica, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos. (CONAMA Nº 001/1986).

A bibliometria consiste numa técnica quantitativa usada para analisar estatisticamente, por meio de indicadores uma grande quantidade de produções científicas, a fim de identificar tendências e formas de citação e cocitação, bem como as interações com as áreas de conhecimento catalogadas (SILVA, 2019). Utiliza a análise de citações como uma de suas ferramentas, para mensurar o impacto da pesquisa de determinados autores, grupo de autores ou instituições, possibilitando aferir o tipo de documento, o idioma e os periódicos mais citados. Com isso obtém-se um mapeamento cientifico de uma ou mais áreas do conhecimento com a comunidade cientifica (VANZ e CAREGNATO, 2003). No presente documento a bibliometria foi o método adotado para o levantamento dos trabalhos científicos relevantes relativo ao diagnóstico ambiental nas atividades da metalurgia.

3 | MÉTODO

Utilizou-se duas bases de dados, a *Web of Science*® e a *Scopus*®, no ambiente CAFÉ do portal da CAPES, sem delimitar o período de busca, conforme o Quadro 1.

No banco de dados da *Web of Science*® os termos da pesquisa foram escritos dentro do campo *all fields* e utilizou-se o algoritmo aspas nos descritores com o intuito

de pesquisar a ocorrência exata dos termos. Posteriormente, foi feita uma nova pesquisa utilizando o algoritmo booleano *AND* com a finalidade de pesquisar os vocábulos de maneira concomitante.

Seguindo a mesma orientação, na base de dados da *Scopus*® os descritores foram inseridos no campo *search documents* e pesquisados, inserindo-se o algoritmo de pesquisa aspas nos descritores. Posteriormente foi feita uma nova busca com o algoritmo booleano *AND*. Dentre as bases de dados de periódicos científicos a *Web of Science* (WoS) da Clarivate e a *Scopus* da Elsevier são as mais importantes. São multidisciplinares, pagas e diferem entre si, em termos de cobertura, foco e ferramentas que fornecem ao público-alvo ALRYALAT *et a.*, 2019. Assim, comparou-se os resultados das duas pesquisas, buscando cruzamentos de informações e a correspondência das citações entre as bases consideradas.

Base de dados	*Web of Science*®	*Scopus*®
Descritor 1	*environmental diagnosis*	*environmental diagnosis*
Algoritmo Booleano	*AND*	*AND*
Descritor 2	*metallurgical industry*	*metallurgical industry*
Algoritmo aspas	*“environmental diagnosis” “metallurgical industry”*	*“environmental diagnosis” “metallurgical industry”*

Quadro 1 - Banco de dados e filtros de pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apontados os resultados dos levantamentos, discutindo-se a abrangência e cada base em relação ao tema da pesquisa.

4.1 Resultados da *Web of Science*®

Os resultados da busca neste banco de dados destacaram vinte e um documentos entre os anos de 2012 a 2020 como mostra a Figura 1 A e B. Os picos de produção ocorreram nos anos de 2014 com cinco publicações e trinta e quatro citações e ,2017, com a mesma quantidade de publicações, as quais receberam cento e treze citações até a data desta pesquisa. Utilizando aspas como operador de busca, com intuito de buscar o termo em sua plenitude, não obtivemos resultados, logo a pesquisa foi realizada sem este instrumento.

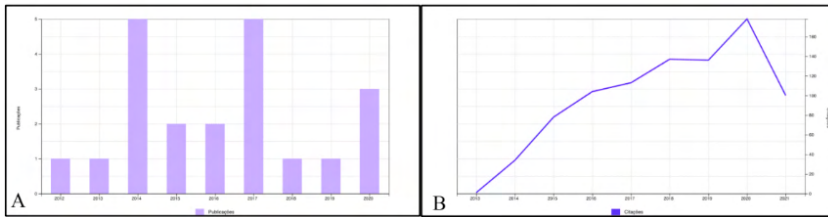



Figura 1A - Número de publicações ao longo do tempo.

Figura 1B - Número de citações ao longo do tempo.

Fonte: WoS, 2021.

Quando considerou-se a contagem dos resultados com relação as áreas escolhidas como de maior aderência ao tema deste trabalho (Figura 2), obteve-se apenas dez resultados, dos quais quatro (19%) foram na área de engenharia química, três (14,3%) na área de ciências ambientais, três (14,3%) em ciências multidisciplinares, um resultado (4,8%) relativo a metalurgia e engenharia metalúrgica e um (4,8%) na área de saúde ocupacional e meio ambiente público.

Figura 2 - Gráfico de resultados por área de conhecimento.

Fonte: WoS, 2021.

As vinte e uma publicações resultaram em um total de oitocentos e setenta e quatro citações com dez citações *H-index* como mostra o Quadro 2. O trabalho intitulado *Hydrological droughts in the 21st century, hotspots and uncertainties from a global multimodel ensemble experiment* de 2014, publicado pela *National Academy of Sciences,* foi o mais citado, com trezentos e setenta e uma citações no período de 2017 a 2021. As palavras chaves deste artigo foram *impactos climáticos, hidrologia global, evaporação e*

aquecimento global, termos compatíveis com e atualidade desta temática.

Titulo do trabalho - Autores - Ano	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Hydrological droughts in the 21st century, hotspots and uncertainties from a global multimodel ensemble experiment Prudhomme, C; Giuntoli, I; (...); Wisser, D Mar 4 2014	62	60	52	67	33	371
First look at changes in flood hazard in the Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project ensemble Dankers, R; Arnell, NW; (...); Wisser, D Mar 4 2014	26	29	23	23	15	174
Multisectoral climate impact hotspots in a warming world Piontek, F; Muller, C; (...); Schellnhuber, HJ Mar 4 2014	13	12	13	6	9	106
Simulating the Earth system response to negative emissions Jones, CD; Ciais, P; (...); Wiltshire, A Sep 2016	4	17	15	10	5	52
Progress in the Development of Intrinsically Conducting Polymer Composites as Biosensors Prajapati, DG and Kandasubramanian, B May 2019	0	0	2	28	4	34
Recent developments in cokemaking technologies in Japan Nomura, S May 2017	2	3	9	7	2	23
A knowledge reasoning Fuzzy-Bayesian network for root cause analysis of abnormal aluminum electrolysis cell condition Yue, WC; Chen, XF; (...); Zhang, HL Sep 2017	0	4	5	9	4	22
Spatiotemporal changes in wheat phenology, yield and water use efficiency under the CMIP5 multimodel ensemble projections in eastern Australia Wang, B; Liu, D; (...); Yu, Q 2017	1	3	7	7	3	21
Occupational risk factors for idiopathic pulmonary fibrosis in Southern Europe: a case-control study Paolocci, G; Folletti, I; (...); Murgia, N May 21 2018	0	1	5	8	6	21
Modelling and simulation of rougher flotation circuits Yianatos, J; Carrasco, C; (...); Torres, C Sep 10 2012	2	4	3	6	1	19

Quadro 2 - Publicações mais citadas no intervalo de 2017 a 2021.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.2 Resultados da *Scopus*®

A busca neste banco de dados utilizando aspas como operador de pesquisa com a intenção de procurar os descritores exatos, levou a apenas um resultado como mostra o Quadro 3.

Titulo do trabalho	Atores	Ano	local de publicação
Environmental diagnosis of small and medium size manufacturing industries of metallic frames and metallic structures | [Diagnóstico ambiental de indústrias de fabricação de estruturas metálicas e esquadrias de metal de pequeno e médio porte]	Patrícia Dal Moro,Adalberto Pandolfo, Leila Dal Moro,Naira Elizabete Barbacovi, Leandro Doro Tagliari	2015	Scielo Brasil

Quadro 3 - Resultado da busca utilizando o operador aspas.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Quando a busca foi conduzida apenas inserindo o algoritmo booleano *AND,* seguindo o paralelo de pesquisa da base de dados anterior, obtivemos onze resultados. A Figura 3 A e B mostra que o pico de produção ocorreu em 2015, com três documentos e em 2018, com dois documentos. O pico de citações ocorreu no ano de 2019, com dezesseis citações.

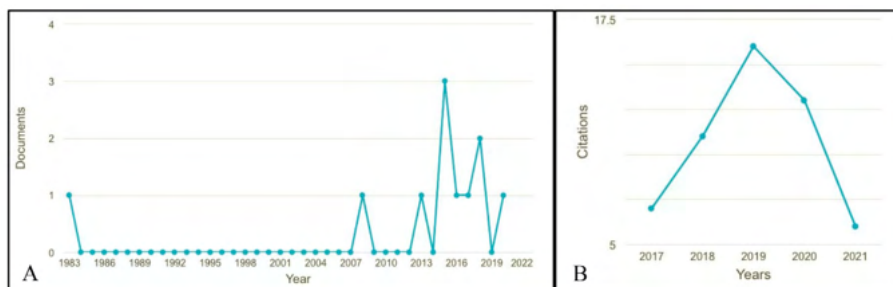



Figura 3A - Número de publicações ao longo do tempo.

Figura 3B - Número de citações ao longo do tempo.

Fonte: Scopus, 2021.

Com relação à distribuição dos documentos por área do conhecimento mais aderentes ao tema desta pesquisa, destacam-se três (31,3%) artigos nas áreas de engenharia, 1 artigo (12,5%), na área de ciências da terra e planeta e 1 artigo (6%) na área de ciências ambientais (Figura 4). Em suma, dos 11 artigos apontados pelo banco de dados, a partir dos descritores selecionados, apenas cinco (49,8%) correspondem a estudos minimamente aderentes ao tema da pesquisa.

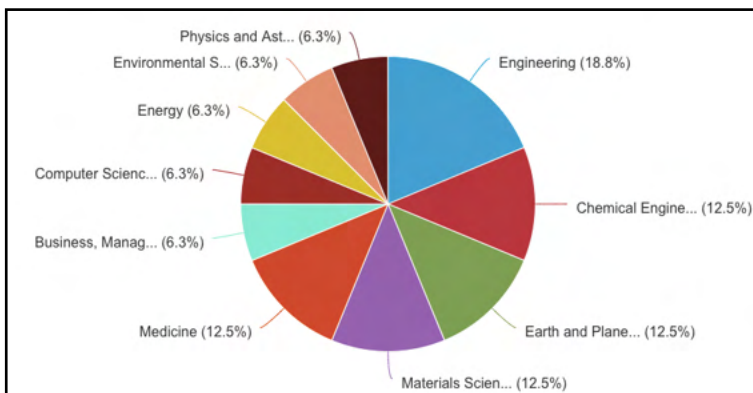



Figura 4 - Gráfico de resultados por área de conhecimento.

Fonte: Scopus, 2021.

As onze publicações tiveram um total de cento e vinte e oito citações sendo o trabalho mais citado, o artigo *Lead contamination in Uruguay: the "La Teja" neighborhood case*, de 2008, citado setenta e duas vezes no período de 2017 a 2021, trazendo as palavras chaves como *lead level, lead exposure, blood lead level, lead contamination* e *lead pollution.* O Quadro 4 mostra o número de citações, dos cinco trabalhos mais citados, sendo que os outros seis não tiveram citações.

Titulo do trabalho - Autores - Ano	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Lead contamination in Uruguay: the "La Teja" neighborhood case Manay N.,Cousillas A.Z.,Alvarez C.,Heller T 2008	51	5	8	6	2	72
Spontaneous abortions in an industrialized community in Finland Hemminki K.,Kyyronen P.,Niemi M.L. 1983	28	2	0	0	0	30
Recent developments in cokemaking technologies in Japan. Nomura S. 2017	2	4	8	6	3	23
Environmental Problems and the State of Compliance with the Right to a Healthy Environment in a Mining Region of México. Mendezcarlo Silva V. , Mendezcarlo Silva V. 1 July 2020	0	0	0	1	1	2
Fault diagnosis for supporting rollers of the rotary kiln using the dynamic model and empirical mode decomposition. Zheng K.,Zhang Y.,Zhao C.Li T. 2016	1	0	0	0	0	1

Quadro 4 - Publicações mais citadas no intervalo de 2017 a 2021.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.3 Análise comparativa *Web of Science e Scopus*

Comparando os Quadros 2 e 3, a fim de se buscar citações coincidentes, apenas um trabalho estava nas duas bases de dados. O artigo *Recent developments in cokemaking technologies in Japan,* de Seiji Nomura de 2017, publicado no *Fuel Processing Technology Jornal*, foi citado vinte e três vezes e tem como palavras-chaves *coking coal, coal pre-treatment,* SCOPE 21, *coke oven repair* e *waste plastic recycling,* temas prevalentes nas problemáticas ambientais atuais.

Da análise dos resultados de ambas as plataformas, o tema diagnóstico ambiental, que foi o termo usado na busca, não aparece de forma evidente e apenas um trabalho, MORO *et al.,* 2015*,* correspondeu completamente aos descritores de busca, o que reforça a escassez de estudos objetivos nesta área, mostrando que há uma lacuna a ser preenchida na abordagem desse tema.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados da métrica aplicada, mostrou primeiramente que, em que pese a notável projeção na economia mundial do sistema produtivo metalúrgico, observa-se reduzido número de estudos especificamente sobre diagnóstico ambiental nas indústrias do setor. A leitura dos títulos e resumos aderentes ao tema deste trabalho mostrou que, além de poucos trabalhos, a maioria tratava apenas da gestão de resíduos sólidos, como os trabalhos de MORO *et al*., 2015, JONES *et al*., 2016, DANKERS *et al*., 2014, PIONTEK *et al*., 2014, MENDEZCARLO SILVA e LIZARDI-JIMÉNEZ, 2020, MAÑAY *et al*., 2008 e NOMURA, 2017, negligenciando os demais aspectos ambientais desse ramo da produção.

A multidisciplinariedade do tema ficou bastante evidente, corroborando a quase totalidade de estudos envolvendo os aspectos ambientais dentro dos procedimentos de gestão das organizações. O diagnóstico ambiental é o primeiro passo para a gestão da produção sustentável, não apenas no que se refere aos resíduos sólidos, mas com relação a todo o ciclo de produção. Isto se torna ainda mais premente quando se consideram alguns dos objetivos do desenvolvimento sustentável para o século 21, como a construção de infraestruturas resilientes, promoção da industrialização inclusiva e sustentável, estimulo da inovação, padrões de produção e de consumo sustentáveis e medidas urgentes no combate as mudanças climáticas e seus impactos, para os quais as organizações têm se adequado e projetado metas a serem atingidas nos próximos 20 ou 30 anos.

REFERÊNCIAS

ALRYALAT, S.; MALKAWI, L.; MONAMI, S. Comparing Bibliometric Analysis Using PubMed, Scopus, and Web of Science Databases. 24 out. 2019.

BELLINASO, M. DE L.; SOARES, A. A.; WERNER, F. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS RESíDUOS PRODUZIDOS PELAS EMPRESAS METALÚRGICAS LOCALIZADAS NO. p. 14, 1998.

CIRTINA, D; IONESCU, N; CIRTINA, L M. ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSEMENT RELATED TO METALLURGICAL INDUSTRY ACTIVITIES. p. 481–484, 3 fev. 2016.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 11 de jul. de 2021.

DANKERS, R. et al. First look at changes in flood hazard in the Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project ensemble. **Proceed. of the Nat. Acad of Sciences**, v. 111, n. 9, p. 3257–3261, 4 mar. 2014.

FERREIRA, I. M. P. **Gerdau – Estratégia de Crescimento na Indústria do Aço**, 2008.

GOMES, M. F.; OLIVEIRA, W. R. A EFETIVAÇÃO DO COMPLIANCE AMBIENTAL DIANTE DA MOTIVAÇÃO DAS CERTIFICAÇÕES BRASILEIRAS. **Rev. de Direito da Faculdade Guanambi**, v. 4, n. 01, p. 187, 13 out. 2017.

HAAS, F. U.; TREIN, F. A. DIAGNOSIS OF ENVIRONMENTAL WASTE MANAGEMENT COMPANY. p. 10, 1 ago. 2013.

JONES, C. D. et al. Simulating the Earth system response to negative emissions. **Environ. Res. Letters**, v. 11, n. 9, p. 095012, 1 set. 2016.

LANGE, L. REUTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE AREIA DE FUNDIÇÃO NO BRASIL E NO MUNDO O CONTEXTO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. p. 67, 2010.

MAÑAY, N. et al. Lead Contamination in Uruguay: The “La Teja” Neighborhood Case. In: WHITACRE, D. M. (Ed.). . **Reviews of Environ. Contam. and Toxicol.**. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. New York, NY: Springer New York, 2008. v. 195p. 93–115.

MENDEZCARLO SILVA, V.; LIZARDI-JIMÉNEZ, M. A. Environmental Problems and the State of Compliance with the Right to a Healthy Environment in a Mining Region of México. **Internat. J. of Chem. Reactor Engineer.**, v. 0, n. 0, 28 jan. 2020.

MORO, P. D. et al. Diagnóstico ambiental de indústrias de fabricação de estruturas metálicas e esquadrias de metal de pequeno e médio porte. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 1, p. 229–237, mar. 2015.

MUÑOZ, P.; COHEN, B. Entrepreneurial Narratives in Sustainable Venturing: Beyond People, Profit, and Planet: JOURNAL OF SMALL BUSINESS MANAGEMENT. **Journal of Small Business Manag.**, v. 56, p. 154–176, mar. 2018.

NOMURA, S. Recent developments in cokemaking technologies in Japan. **Fuel Processing Technology**, v. 159, p. 1–8, maio 2017.

OLIVEIRA, V. A. **Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico 2020.pdf**, 2 set. 2020. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/publicacoes>. Acesso em: 11 jul. 2020

OROZCO-MEDINA, M. G. et al. Environmental Health Diagnosis in a Park as a Sustainability Initiative in Cities. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6436, 10 ago. 2020.

PIONTEK, F. et al. Multisectoral climate impact hotspots in a warming world. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 9, p. 3233–3238, 4 mar. 2014.

SILVA, J. A. DA. **BIBLIO: UM SISTEMA DE ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA PARA PROSPECÇÕES TECNOLÓGICAS**. Rio de Jneiro: UFRJ/COPPE, nov. 2019.

VANZ, S. A. DE S.; CAREGNATO, S. E. Estudos de Citação: uma ferramenta para entender a comunicação científica. p. 13, 2003.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DO MAPEAMENTO DE PROCESSOS EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO VAREJISTA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO – BPM

Data de aceite: 01/04/2022

Edson Terra Azevedo Filho
http://lattes.cnpq.br/7666677740215248
https://orcid.org/0000-0003-4071-5150

Laís Sant'Anna Fonseca
http://lattes.cnpq.br/7314656961601542

RESUMO: O varejo é um mercado competitivo e dinâmico que exige excelência nas operações para conquistarem bons resultados. Portanto, as empresas adaptam o negócio à realidade, aprimorando os processos, com o intuito de torná-los eficazes, eficientes e integrados. Neste contexto, o objetivo desse estudo foi a identificação dos processos e a análise para identificar os processos críticos, realizar o mapeamento e modelagem do processo atual (As Is) e posteriormente propor as melhorias no processo (To Be). O trabalho foi realizado no Centro de Distribuição de uma empresa do ramo varejista de supermercados, onde foi mapeado e modelado os processos de recebimentos de produtos com o uso da metodologia de Gerenciamento de Processos de Negócio BPM (Business Process Management), através das técnicas de modelagem e da notação BPMN (Business Process Model and Notation). Como resultado, foi realizado o mapeamento ‘As Is’ dos processos de recebimentos como agendamento, impressão das etiquetas, troca, tipo de carga, padronização dos termos e documentação dos processos. Entretanto, foram identificadas o oportunidades de melhorias no mapeamento ‘To be’ com a finalidade de aumentar a produtividade, otimizar o fluxo das informações, reduzir o tempo de execução das tarefas e retrabalho no Centro de Distribuição.

PALAVRAS-CHAVE: Mapeamento de processos, bizagi, BPMN, centro de distribuição, varejo.

ABSTRACT: Retail is a competitive and dynamic market that demands excellence in operations to achieve good results. Therefore, companies adapt their business to reality, improving processes, in order to make them effective, efficient and integrated. In this context, the objective of this study was the identification of processes and the analysis to identify the critical processes, perform the mapping and modeling of the current process (As Is) and then propose the process improvements (To Be). The work was carried out in the Distribution Center of a supermarket retail company, where the product receiving processes were mapped and modeled using the BPM (Business Process Management) methodology, through modeling techniques and the BPMN (Business Process Model and Notation) notation. As a result, the 'As Is' mapping of the receiving processes such as scheduling, label printing, exchange, type of cargo, standardization of terms, and process documentation was performed. However, opportunities for improvement were identified in the 'To be' mapping in order to increase productivity, optimize the flow of information, reduce task execution time and rework in the Distribution Center.

KEYWORDS: Process mapping; bpm; receipt process; distribution center; retail.

1 I INTRODUÇÃO

O setor supermercadista faturou em 2018 aproximadamente R$360 bilhões (ABRAS, 2019). No Brasil, as cinco maiores empresas do setor detêm cerca de 45% do faturamento nacional. O segmento apresenta um alto volume de produtos comercializados, mas possui baixas margens de operação. É estimado que cerca de 11 mil pontos de venda empregam diretamente aproximadamente 710 mil pessoas (SBVC, 2018).

O mercado cada vez mais dinâmico e concorrentes que oferecem produtos similares com preços competitivos, os fatores agilidade e custo logístico são determinantes para o sucesso da companhia. Portanto, a parceria com os fornecedores e clientes oferecem maiores chances de envolvimento e comprometimento no processo de ofertar o melhor produto no mercado (SILVA, 2017).

Os supermercados buscam direcionar seu mix a um público-alvo e são levados em consideração alguns fatores que influenciam na escolha do consumidor, como: preço, marcas oferecidas, ambiente da loja, atendimento, qualidade dos serviços oferecidos (DE OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Segundo Rosa (2013), o planejamento no sistema de distribuição serve para as empresas reestruturarem as suas operações de armazenagem, além de suportar o crescimento das organizações de forma estruturada.

Segundo Ulmer *et al.* (2011), os Centros de Distribuição (CD) são a estrutura principal na distribuição de produtos, pois além da estocagem e distribuição, funciona como centro da operação e interfere na gestão de processos. Desta forma, os CDs merecem destaque na cadeia logística atual (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

As atividades do CD incluem recebimento, movimentação de materiais, armazenagem, separação de pedidos e expedição, os quais estabelecem uma conexão entre os fornecedores e os clientes. Como o recebimento de mercadorias é a atividade que precede o armazenamento, este processo sendo bem sucedido leva à uma estocagem eficiente e sem desordem ou procedimentos feitos às pressas, que conduzem a erros que atrapalham todas as etapas subsequentes da cadeia. Portanto, foi escolhido a etapa de recebimento para ser modelada no momento atual (*As Is*) e modelagem com melhorias (*To Be*) (ROSA, 2013).

O objetivo do artigo é analisar e propor oportunidades de melhorias no processo de recebimento de mercadorias do Centro de Distribuição pertencente a uma rede de varejo situada na região norte fluminense do estado do Rio de Janeiro - RJ. Com esse propósito, foram revisados conceitos de gestão por processos e operações nos centros de distribuição, aplicados o método de gerenciamento de processos e identificados quais serão prioritários, além de mapear as atividades que possibilitem o melhor entendimento da operação. As melhorias propostas tornam os processos eficientes, com o intuito de padronizar e formalizar os procedimentos adotados. Os resultados apresentados

evidenciam a importância da gestão por processos, visando à eficiência do recebimento de mercadorias de forma a atender as necessidades da empresa.

A metodologia de Gerenciamento de Processos de Negócio *BPM (Business Process Management)* apresenta-se como solução para a gestão dos processos dos Centros de Distribuição. Por meio da metodologia *BPM* realiza-se o mapeamento de processos e busca-se integrar as estratégias e objetivos de uma organização com as expectativas e necessidades dos clientes (BPM CBOK, 2013). Com isso, a organização pode criar processos de alto desempenho que funcionam com custos reduzidos, maior velocidade, flexibilidade, acurácia e uso dos recursos.

O artigo inicia-se com esta introdução e, na seção 2, é apresentada o referencial teórico. A seção 3 descreve a metodologia aplicada neste trabalho; a seção 4 o estudo de caso; a seção 5 está com os resultados; a seção 6 apresenta as considerações finais; e, por fim, são apresentadas as referências utilizadas no trabalho**.**

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O capítulo será composto por quatro partes: gestão por processos, mapeamento de processos, notações de modelagem de processos e centro de distribuição.

2.1 Gestão por Processos

Toda organização produz algum tipo de produto ou serviço e o processo de produção envolve todas as atividades necessárias para a satisfação das solicitações dos consumidores, como a compra de produtos e serviços de fornecedores e a entrega de produtos e serviços para os consumidores (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Processo é uma sequência organizada de atividades que transforma as entradas de fornecedores em saídas para os clientes, de forma que a unidade final tenha valor agregado. Estas atividades devem apresentar relação lógica entre si, com o intuito do atendimento e atingir as necessidades e expectativas dos clientes internos e externos da empresa (OLIVEIRA, 2006).

A gestão por processos ou BPM – *Business Process Modeling* é uma abordagem estruturada para identificar, desenhar (ou projetar), executar, medir, monitorar e controlar processos de negócio, automatizados ou não, para gerar consistência e resultados alinhados aos objetivos estratégicos da organização (BPM CBOK, 2013).

Os objetivos da gestão por processos são: aumentar o valor agregado do produto/serviço na percepção do usuário; maior competitividade; aumento da produtividade com eficiência e eficácia; simplificação dos processos, condensando e/ou eliminando atividades (LAURINDO; ROTONDARO, 2006).

O BPM demanda uma visão sistêmica e balanceada, dado que o processo de negócio atrela a organização, resultando em uma harmonização de recursos, como

processos, pessoas e sistemas (SIRIRAM, 2012). Conforme Arevolo (2006), busca o mapeamento e a melhoria dos processos de negócio da empresa, por meio do ciclo de vida de modelagem, desenvolvimento, execução, monitoramento, análise e otimização dos processos de negócio, conforme ilustrado na Figura 1.

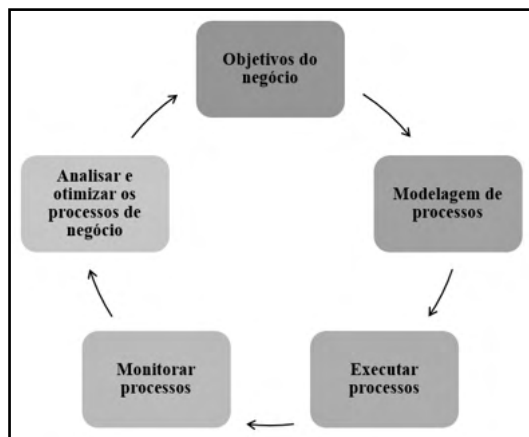



Figura 1 – Macroelementos do BPM.

Fonte: adaptado de Arevolo (2006).

Os estudos na área de BPM abordam este modelo organizacional como uma visão global dos negócios e destacam a transição de uma gestão funcional para uma gestão orientada para processo, sugerindo a aplicação a partir da abordagem sistêmica que destacam as inter-relações dos processos em seus contextos. Com isso, as etapas desnecessárias são eliminadas e remodeladas, empregando os recursos disponíveis nos processos principais (SEGATTO; PÁDUA; MARTINELLI, 2013).

2.2 Mapeamento de processos

Mapear os processos do negócio possibilita uma visão mais clara de todas as atividades necessárias até a entrega do produto ou serviço final, permitindo a melhoria dos processos e melhor administração a partir da visualização das etapas integradas. Logo, a empresa que busca conhecimento pleno dos seus processos e realiza uma gestão otimizada, obtém vantagem competitiva diante dos concorrentes.

Segundo De Mello (2011), a literatura apresenta algumas metodologias de mapeamento com diferentes técnicas sobre o processo de mapeamento, conforme estabelecido na Tabela 1.

Metodologia	Descrição
SIPOC	Ferramenta utilizada pela equipe a fim de identificar os elementos do projeto de melhoria de processo antes do início do trabalho
Blueprinting	Fluxograma com as transações pertencentes ao processo de prestação de serviço
Fluxograma	Registro das ações que mostram os momentos de tomada de decisão que ocorrem no fluxo real
Mapofluxograma	Fluxograma desenhado no layout para visualização do melhor processo
Diagrama homem-máquina	Estudo da inter-relação entre o trabalho do homem e máquina, identificando os tempos ociosos e as atividades pertencentes ao posto de trabalho
IDEF0 e IDEF9	Diagramas com o desenho do comportamento do cliente

Tabela 1 – Metodologias de mapeamento de processos.

Fonte: adaptado de De Mello (2011).

Os processos podem ser organizados e estruturados para o melhor entendimento de forma hierárquica (BARBARÁ, 2006). É fundamental o conhecimento da composição da estrutura organizacional onde é apresentado o nível de detalhamento abordado, conforme mostrado na Tabela 2 (BPM CBOK, 2013; HARRINGTON, 1993; MPF, 2013).

Hierarquia	Descrição	Referência
Macroprocesso	Conjunto de processos necessários para administrar e/ou operar uma organização	HARRINGTON (1993)
Processo	Grupo de tarefas interligadas que usam recursos da organização para gerar resultados	MPF (2013)
Subprocesso	Decomposição do processo de negócio por afinidade, objetivo ou resultado esperado	BPM CBOK (2013)
Atividades	Conjunto de tarefas para a entrefa da parte específica e definida do produto ou serviço	BPM CBOK (2013)
Tarefa	Decomposição das atividades em conjunto de passos para a realização de determinado cenário	BPM CBOK (2013)

Tabela 2 – Hierarquia dos processos.

Fonte: FERRÃO (2017).

2.3 Notações de modelagem de processos

Diversas notações foram criadas para a modelagem de processos, mas é fundamental saber quais informações são necessárias para entender todo o processo. Na Tabela 3 são mostradas exemplos de notações de modelagem de processos existentes que

foram selecionadas devido a ferramentas estabelecidas no mercado e/ou meio acadêmico de acordo com List e Korherr (2006).

Notações de modelagem	Utilidade/aplicação
UML 2.0 *Activity Diagram* (AD)	Projetado para a modelagem de processos de negócio e fluxos em sistemas de *software*
Business Process Definition Metamodel (BPDM)	Meta-modelo genérico para processos de negócio. A BPDM não possui notação gráfica e seu objetivo é apoiar o mapeamentro com diferentes ferramentas e linguagens
Business Process Modeling Notation (BPMN)	Projetar e modelar processos de negócio e as transformações na linguagem *Process Modeling Language* (BPML)
Event Driven Process Chain (EPC)	Serve para modelar os processos de negócios com fácil entendimento. Os elementos básicos são funções e eventos
Integrated Definition Method 3 (IDEF3)	Serve para modelar os processos de negócios e as sequências, provendo duas perspectivas, esquema de processo e objetivo
Petri Net	Serve para modelagem, análise e simulação de sistemas dinâmicos, através de procedimentos concorrentes e não determinísticos. Usadas para modelar workflows e grafos
Role Activity Diagram (RAD)	Origem na modelagem e coordenação, usado para modelar processos de negócio com ênfase nos papéis, atividades e interações com eventos externos

Tabela 3 – Notações de modelagem de processos.

Fonte: adaptado de List e Korherr (2006).

2.3.1 BPMN – *Business Process Modeling Notation*

Há diversas metodologias para o monitoramento de processos, porém este trabalho restringe-se ao BPMN, pois representa os processos da empresa, de forma que o processo atual seja analisado e melhorado (VALLE; OLIVEIRA, 2009).

De acordo com Silver (2009), o *Business Process Model and Notation* (BPMN) apresenta definições e atributos para o fluxograma, permitindo a interação e a lógica do processo. O BPMN é uma modelagem de processos de negócio, com ênfase na análise dos processos organizacionais. Está entre as técnicas aceitas pois possui elementos gráficos e não deixa de ser compreensível e simples aprendizagem (RECKER, 2010).

O BPMN é definido como método de suporte aos processos de negócio que usam métodos, técnicas e software para projetar, aprovar, controlar e analisar processos operacionais envolvendo pessoas, aplicações, documentos e outras informações. Ademais, existe uma série de programas que realizam a modelagem: *Bizagi*, *ARIS Toolset, ORACLE Business Process* e *Visio*.

Neste artigo, o software escolhido foi o *Bizagi Process Modeler,* visto que é uma ferramenta para criação de fluxogramas, mapas mentais e diagramas. Permite aos usuários organizarem graficamente processos e as relações em cada etapa. Esta estruturação é um modo eficiente da visualização do processo todo, identificando os problemas e sugerindo solução. A Tabela 4 mostra os elementos usados no projeto no *software Bizagi.*

Elementos	Descrição	Notação
Evento de início	Evento de início é onde o processo começa	
Evento de fim	Evento de fim é onde o processo finaliza	
Evento intermediário	Evento intermediário ocorre entre o evento de início e fim	
Atividade	Atividade é um termo genérico para uma tarefa feita numa empresa. Há três tipos: processos, subprocessos e tarefas	Tarefa 1
Subprocesso	Subprocesso é a demostração de processos com mais de uma atividade, sendo modelado separadamente	Tarefa 1
Gateway	*Gateway* é um ponto de decisão	
Gateway paralelo	Gateway paralelo é quando todos os caminhos devem ser seguidos simultaneamente	
Fluxo de sequência	Fluxo de sequência é a ordem que a atividade deve ser executada	
Pool	*Pool* (piscina) representa a organização	Processo 1
Lane	*Lane* (raia) representa um departamento dentro da organiação	Processo 1, Lane 1, Lane 2

Tabela 4 – Elementos, descrição e notação dos processos.

Fonte: Adaptado por Braconi e Barbará (2010); MPF (2013).

2.4 Centro de distribuição (CD)

Os Centros de Distribuição (CD) são instalações do armazém nos quais os produtos são organizados, classificados, moldados, embalados e/ou armazenados temporariamente à medida que são transferidos numa cadeia de suprimentos. Esse diferem do armazém pois seu foco está na simplificação da distribuição e não na manutenção de estoques (TAYLOR, 2005).

O CD possui localização estratégica que recebe mercadorias de diversos fornecedores, nos quais recebe cargas que serão fracionadas em agrupamentos menores de produtos que são encaminhados aos pontos de vendas (CORDEIRO, 2018). Segundo Chopra e Mendi (2010), o CD é uma etapa adicional entre os fornecedores e a empresa e desempenha dois papéis: armazenar o estoque e ser local de transferência.

Segundo Bowersox (2006), as atividades básicas são: recebimento, movimentação, estocagem, separação de pedidos e expedição. A seguir está a descrição de cada atividade:

- **Recebimento:** é a primeira etapa do produto no CD. Essa etapa é primordial para as atividades seguintes, pois descarrega as cargas e confere a quantidade e a qualidade dos produtos enviados pelos fornecedores;

- **Movimentação:** é o transporte interno das quantidades pequenas dos produtos no armazém;
- **Estocagem: é** a área de armazenagem do CD, sendo composta por estruturas como porta-pallet, *drive-in, flow rack* e racks, que são separadas por corredores (ruas) para acessar às mercadorias;
- **Separação de pedidos (*picking*):** é a coleta do *mix* dos produtos, com as quantidades exatas vindos da área de armazenagem;
- **Expedição:** é a última etapa realizada no CD. Consiste na verificação e no carregamento dos produtos nos veículos.

3 | METODOLOGIA

O objetivo do artigo visa analisar e propor oportunidades de melhorias no processo de recebimento de mercadorias do Centro de Distribuição pertencente a uma rede de varejo situada na região norte fluminense do estado do Rio de Janeiro - RJ. A metodologia foi dividida em três tópicos: caracterização da empresa, método de pesquisa e método de trabalho. A caracterização da empresa descreve o objeto de estudo. O método de pesquisa descreve a sua finalidade, objetivo, abordagem e método. Já o método de trabalho contém as etapas para realização do artigo quanto a definição, mapeamento, modelagem e conclusão.

3.1 Caracterização da empresa

A empresa na qual foi realizado o estudo de caso é uma rede do comércio varejista do ramo alimentício e está localizada na região do norte fluminense do estado do Rio de Janeiro/RJ. A empresa está no mercado há mais de 20 anos, inicialmente atuando apenas no atacado mas posteriormente, inaugurou a sua primeira loja para atender o segmento do varejo.

Atualmente conta com 10 lojas, Centro de Distribuição (CD) e Pontos de Apoio (PA), além de seguir as tendências tecnológicas para melhorar seu processo logístico a fim de atender e satisfazer as expectativas dos clientes.

O Centro de Distribuição (CD) possui caminhões próprios para atendimento do abastecimento das lojas e utiliza a opção de veículos terceirizados para atender os Pontos de Apoio (PA) e os clientes do atacado. Os motivos que levaram à construção do CD foram: redução de custos, aumento do número de lojas, interiorização do supermercado e a expectativa de melhoria da eficiência logística.

3.2 Método de pesquisa

Este estudo se enquadra como pesquisa aplicada pois o objetivo da geração do conhecimento prático são direcionados para a solução dos problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2001). Quanto aos objetivos, a pesquisa possui a classificação de exploratória,

em virtude da maior familiaridade com o problema para torná-lo compreensível com o levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas ligadas ao fenômeno pesquisado e exemplificar para a compreensão do contexto (GIL, 2002).

No presente artigo foi explorado as ferramentas propostas pela Gestão de Processos de Negócio com o intuito de aplicar nos processos do Centro de Distribuição (CD). A pesquisa é descritiva, porque os pesquisadores buscam analisar os dados, além dos processos serem os focos principais de abordagem (SILVA; MENEZES, 2001).

3.3 Método de trabalho

A ferramenta utilizada foi o software *Bizagi*, que usa notação BPMN para o mapeamento dos processos do recebimento para o desenho do processo. O método de trabalho está dividido em três etapas conforme mostrado na Figura 2.

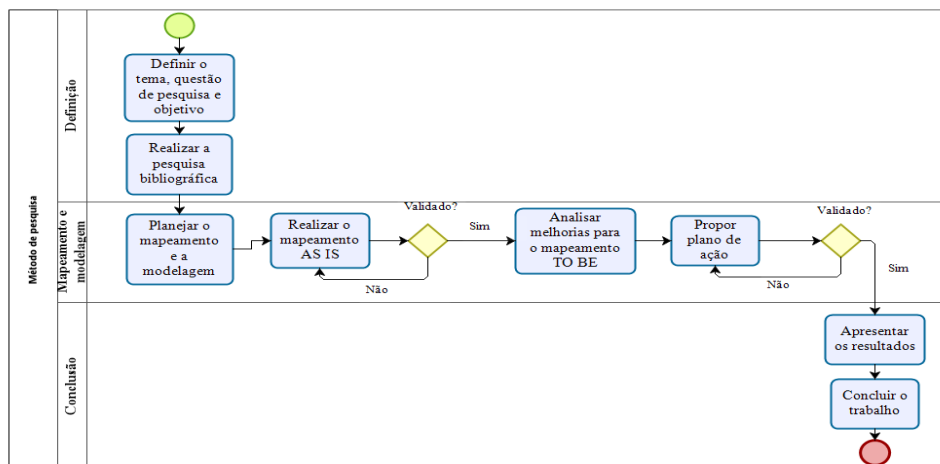



Figura 2 – Etapas do Método do Trabalho.

Fonte: Adaptado de FERRÃO (2017).

A primeira etapa consistiu em definir o tema, questão de pesquisa, objetivo e os motivos para realizar este trabalho. Ademais, foi elaborado o referencial teórico para identificar e selecionar os materiais publicados sobre o assunto.

A segunda fase é o planejamento e a construção do mapeamento e modelagem do processo, iniciando com o levantamento das informações para entendimento do cenário atual (*As Is*). Na sequência, foi validado este modelo para analisar se a modelagem está coerente. Depois, realizou-se uma análise para identificação das oportunidades de melhoria no processo para elaborar um novo processo *(To Be*). Após, é validada novamente este

processo.

Na última etapa são descritos os resultados, incluindo uma proposta de melhoria no Centro de Distribuição. Na conclusão do estudo, são analisados os métodos e ferramentas utilizados.

4 I APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção será apresentada a etapa de mapeamento e modelagem de um processo de recebimento do Centro de Distribuição da modelagem do processo no cenário atual (*As Is*) e e oportunidades de melhoria propondo uma nova versão (*To Be*). As marcações em vermelho nas figuras são os problemas identificados que serão piorizados nas possíveis melhorias.

4.1 Modelagem do cenário atual (*As Is*)

Os processos principais do CD que dão suporte ao recebimento, foram demonstradas na Figura 3, iniciando desde a chegada do motorista e finalizando com sua autorização para a saída.

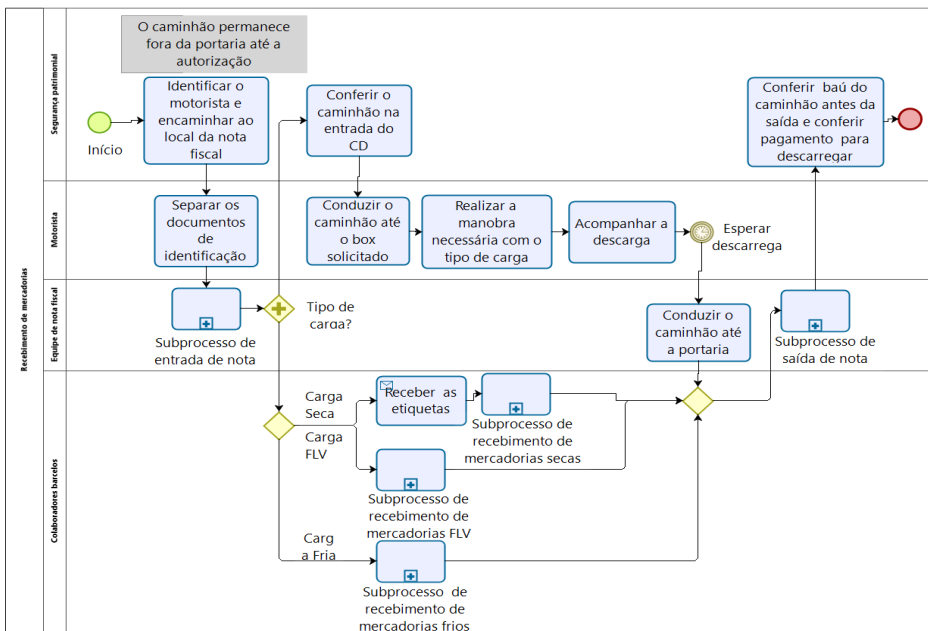



Figura 3 – Modelagem do processo principal do recebimento.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os subprocessos realizados no recebimento são de carga seca, fria e FLV (Frutas,

Legumes e Verduras). Para fins de melhoria de processos, foram explicitados a carga seca e fria, visto que FLV possui alta rotatividade e a maioria usa o artifício de *cross docking*.

O recebimento seco está presente na Figura 4.

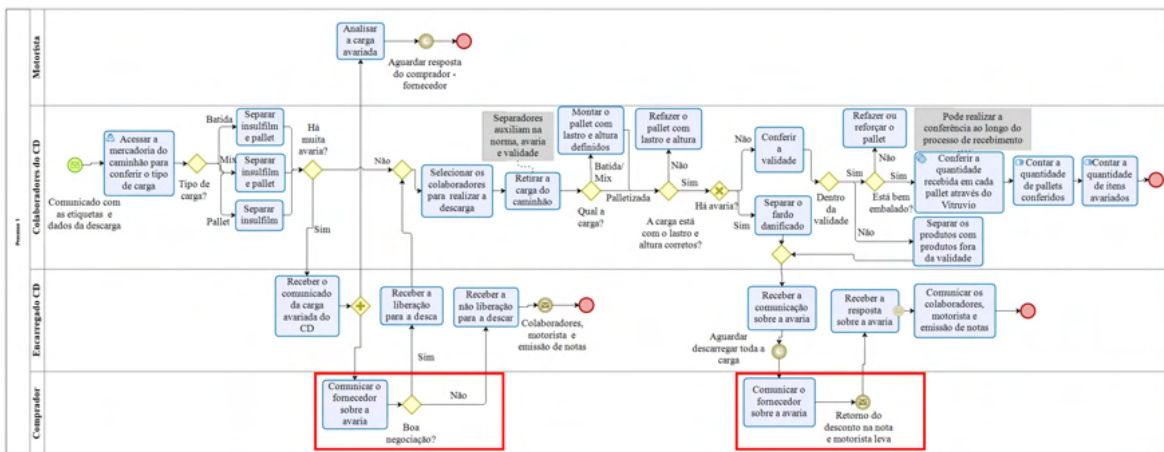



Figura 4 – Modelagem do processo As Is do recebimento de secos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O recebimento frio está presente na Figura 5. É imprescindível ressaltar que o recebimento frio possui dois tipos de categorias que são: pesado e volume, mas nesse caso foi considerado apenas pesado para simplificar o entendimento do processo e mercadorias avaliadas pelo volume possuir particularidades nas regras de negócio e acordos confidenciais entre empresa com cada fornecedor.

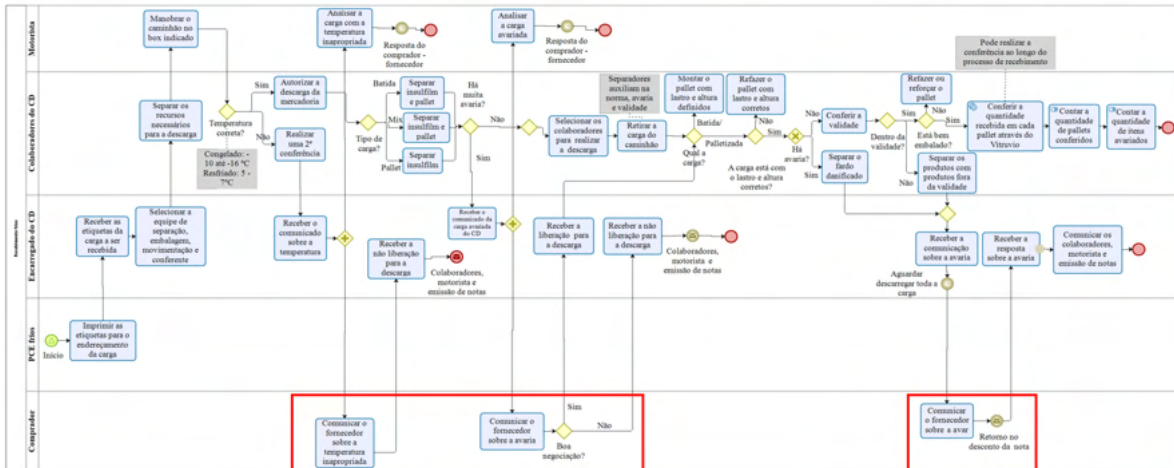



Figura 5 – Modelagem do processo As Is do recebimento de frios volume.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2 Validação do *As Is*

Após a sua validação, foram realizadas análises para propor melhorias. A identificação e as oportunidades de melhoria foram feitos pelos relatos dos colaboradores e do supervisor do CD, além das situações observadas nas visitas realizadas pela autora.

4.3 Modelagem do cenário futuro *To Be*

No Centro de Distribuição, foram detectadas falhas no recebimento, no qual atrasam as etapas seguintes de movimentação, estocagem e separação. Portanto, é um gargalo do processo que precisa da execução com o suporte do sistema operacional bem consiste, equipamentos em boas condições de uso, além do treinamento dos colaboradores para a execução das boas práticas nas atividades propostas. No Tabela 5, são apresentadas as não conformidades identificadas nos processos do Centro de Distribuição com as suas respectivas oportunidades de melhoria.

Não conformidades	Oportunidades de melhorias
Agendamento	Aceitar apenas receber com fornecedores agendados e troca de informações entre setores
Impressão das etiquetas	Colaboradores do CD imprimirem a etiqueta na impressora portátil a fim de não aguardar a impressão pela emissão de nota ou PCE e não necessitar solicitar para refazer alguma etiqueta errada
Troca	Negociação do setor comercial com todos os fornecedores para levar os produtos avariados (com isso não precisa esperar a resposta do comercial para aceitar a avaria dos itens)
Tipo de carga	Conferir na entrada se o tipo de carga informada pelo motorista condiz com a carga real, visto que pode demorar além do esperado e inviabilizar o recebimento de cargas prioritárias
Padronização de termos	Produtos que estão categorizados em família diferente e possui ambiguidade ou falta de informações relevantes, como dimensões e peso corretos
Processos documentados	Procedimento Operacional Padrão (POP)

Tabela 5 – Melhorias propostas ao Centro de Distribuição.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 6, está apresentado a modelagem *To Be* do recebimentos seco.

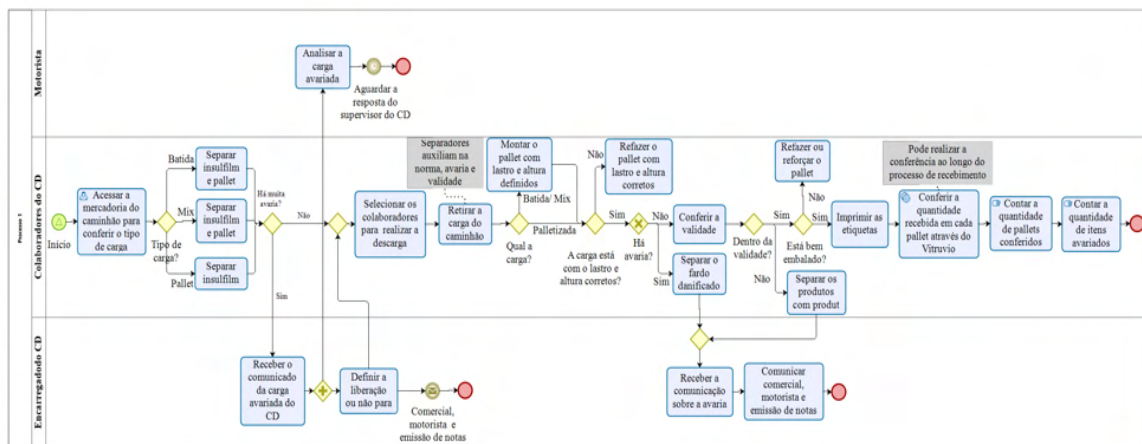



Figura 6 – Modelagem do processo To Be do recebimento de secos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 7, está apresentado a modelagem *To Be* do recebimento frios volume.

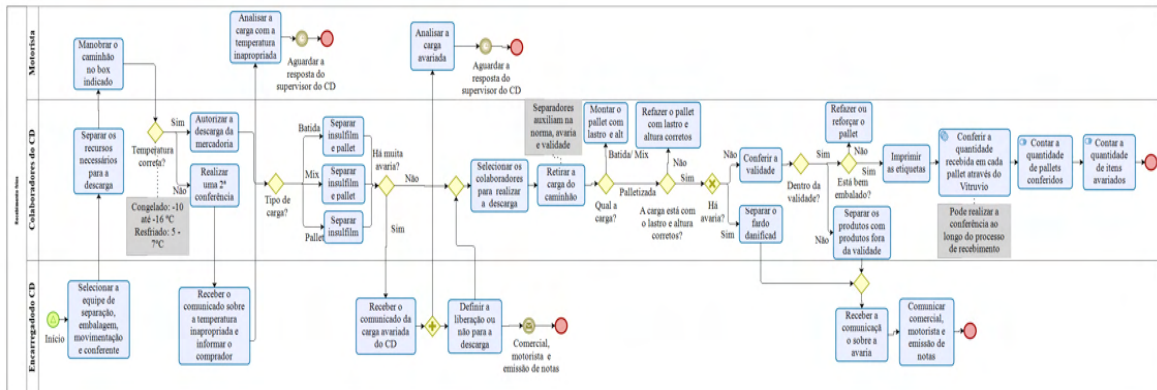



Figura 7 – Modelagem do processo To Be do recebimento de frios volume.

Fonte: Elaborado pelos autores.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento no setor varejo mostra a existência de concorrência no setor, o que influência na profissionalização dos colaboradores da cadeia logística. Desta forma, o artigo buscou analisar o mapeamento de processos com o uso do *BPMN* e do *software Bizagi* para o auxílio nas soluções propostas para o Centros de Distribuição. Portanto, foram analisados os processos do recebimento seco e frio volume do CD instalado na região norte fluminense do estado do Rio de Janeiro/RJ e propostas as melhorias nos processo.

Os dados coletados pelos autores a partir da visitas frequentes ao CD, permitiram analisar oportunidades viáveis para aperfeiçoar os fluxos de trabalho e de produtos, visto que depende de treinamento no uso do sistema já utilizado na empresa, treinamentos com os colaboradores das boas práticas do processo e oferecer autonomia para tomada de decisões.

Algumas sugestões de melhorias foram propostas como as atividades impactadas devido à falta de organização ou não seguir a ordem das etapas definidas. É importante ressaltar que no processo de recebimento na modelagem *As Is* que depende da resposta do comprador, na modelagem To Be o supervisor do CD possui autonomia para a tomada de decisões a fim de agilizar o recebimento.

Desta forma, pode-se concluir que a implementação da metodologia *BPMN* e a automação dos processos minimizam a possibilidade da ocorrência de erros e otimiza tempo e recursos, porém há decisões e mudanças organizacionais que dependem do gestor e do comprometimento dos funcionários. A iniciativa da adoção da gestão por processos bem executada mostra a participação e compreensão de todos os seus erros e pontos a serem revistos. Ademais, o acompanhamento contínuo dos processos possibilita

o aumento gradativo da eficiência operacional da organização.

Como perspectiva de trabalhos futuros, sugere-se a utilização do modelo *BPMN* no Centro de Distribuições e depósitos das outras etapas, como: movimentação, estocagem, separação de pedidos e expedição.

REFERÊNCIAS

ABRAS – Associação Brasileira de Supermercados. **Vendas dos supermercados cresceram 2,07% em 2018**. 2019.

AREVOLO, W. **Building a Business Case for BPM**. São Paulo: Gartner, 2006.

BARBARÁ, S. **Gestão por Processos**: Fundamentos, Técnicas e Modelos de Implementação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J., COOPER, M.B.; **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos.** Porto Alegre; Bookman, 2006.

BPM CBOK. **Guia para o gerenciamento de Processos de Negócio corpo comum de conhecimento**: Versão 3. Brasil: Association Of Business Process Professionals, 2013.

BRACONI, J.; BARBARÁ, S. Business Process Modeling Notation (BPMN). **Análise e Modelagem de Processos de Negócio:** Foco na Notação BPMN (Business Process Modeling Notation). São Paulo: Atlas, 2010. p. 77-93.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimento: Estratégia, planejamento e operação.** 4ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2010.

CORDEIRO, R.A. **Engajamento de pessoas através da aplicação de gamificação em um centro de distribuição de uma empresa de varejo**. Dissertação (Bacharelado) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Produção, 2018.

DE MELLO, A.E.N.S. **Aplicação do Mapeamento de Processo e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos.** Itajubá: UNIFEI, 2011.

DE OLIVEIRA, R.; DA SILVA, L.V.; MIRA, L.B.; DA SILVA, H.L.; DE CASTRO, M.A.S. **Análise da concorrência** – Um estudo de caso no setor de varejo de supermercados na cidade de Ourinhos. XI Sintagro, 2019.

FERRÃO, F.R. **Mapeamento e modelagem de processos de negócio em um centro de distribuição.** Dissertação (Bacharelado) - Universidade Federal do Pampa, Departamento de Engenharia de Produção, 2017.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HARRINGTON, H.J.. **Aperfeiçoando Processos Empresariais**. São Paulo: Makron Books, 1993.

LAURINDO, F.J.B.; ROTONDARO, R.G. **Gestão integrada de processos e da tecnologia da informação**. São Paulo: Atlas, 2006b. 218p.

LIST, B.; KORHERR, B. **An Evaluation of Conceptual Business Process Modelling Languages**. Proceedings of the 2006 ACM Symposium on Applied Computing. Anais.New York, NY, USA: ACM, 2006.

MPF - Ministério Público Federal. **Manual de Gestão por Processos**. Brasília: Ministério Público Federal, 2013.

NASCIMENTO, J.I.G.; REIS, E.D.S.; XAVIER, S.S.S; REZENDE, A.F.; SABINO, K.L.C. **Centro de distribuição: análise e melhoria de processos. Brazilian Journal of Development,** Curitiba, v. 4, n. 4, p. 1476-1491.

OLIVEIRA, D.P.R. **Administração de processos**. São Paulo: Atlas, 2006. 291p.

RECKER, J.C. **Opportunities and constraints : the current struggle with BPMN**. Business Process Management Journal, v. 16, n. 1, p. 181–201, 2010.

ROSA, C.R.M. **Utilização de análise hierárquica de processo para centro de distribuição: um estudo de campo em empresa do ramo alimentício.** 2013. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.

SBVC – Sociedade Brasileira de Varejo e Consumo. ***Ranking:*** um estudo completo do varejo. Revista *Ranking:* um estudo completo do varejo – 300 maiores empresas. 2018.

SEGATTO, M.; PÁDUA, S.I.D.; MARTINELLI, D.P. **Business process management:** a systemic approach? Business Process Management Journal, v. 19, n. 4, p. 698–714, 2013.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. UFSC, 3ª Edição, 2001.

SILVA, L.V.O. **O que é Supply Chain Management**. 2017. Disponível em: http://www.administradores.com.br/artigos/academico/o-que-e-supply-chain-management/104315.

SILVER, B. **Bpmn Method and Style: A Levels-Based Methodology for Bpm Process Modeling and Improvement Using Bpmn 2.0.** Aptos, CA: Cody-Cassidy Press, 2009.

SIRIRAM, R. **A Soft and Hard Systems Approach to Business Process Management. Systems Research and Behavioral Science,** v. 29, n. 1, p. 87–100, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção** [Book]. – São Paulo : Editora Atlas, 2009. - 3a Edição.

TAYLOR, D. **Logística na Cadeia de Suprimentos: Uma perspectiva gerencial**. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005.

ULMER, J.; BELAUD, J.; LE LANN, J. **Towards a pivotal-based approach for business processalignment.** International Journal of Computer Integrated Manufacturing, v.24, p. 11, 2011.

VALLE, R.; OLIVEIRA, S.B. **Análise e Modelagem de Processos de Negócio.** São Paulo: Atlas, 2009

CAPÍTULO 4

GESTÃO DE ESTOQUES: UMA APLICAÇÃO DO MODELO DO LOTE ECONÔMICO DE COMPRA

Data de aceite: 01/04/2022

Cainan Kobo Oliveira
Universidade Estadual de Londrina, Departamento Matemática
Londrina, PR
http://lattes.cnpq.br/3603957073842049

Paulo Laerte Natti
Universidade Estadual de Londrina, Departamento Matemática
Londrina, PR
http://lattes.cnpq.br/9638679509810719

Eliandro Rodrigues Cirilo
Universidade Estadual de Londrina, Departamento Matemática
Londrina, PR
http://lattes.cnpq.br/4013438197275949

Neyva Maria Lopes Romeiro
Universidade Estadual de Londrina, Departamento Matemática
Londrina, PR
http://lattes.cnpq.br/4461273355568982

Erica Regina Takano Natti
Pontifícia Universidade Católica – Campus Londrina
Londrina – PR
http://lattes.cnpq.br/7055881494536454

RESUMO: Neste trabalho são aplicados métodos matemáticos e estatísticos à gestão de estoque de uma empresa de Londrina. A análise do estoque por meio de curvas ABC dos materiais serve para identificar quais são os itens prioritários, os mais caros e com maior rotatividade (demanda). A partir da análise ABC é possível determinar, através de modelos de controle do estoque, o tamanho do lote de compra e a periodicidade que minimizem os custos totais de estocagem desses materiais. Utiliza-se o modelo de Lote Econômico de Compra (LEC) para simular os custos mínimos de estocagem de itens do tipo A da empresa. Após o ajuste dos parâmetros do modelo LEC, calculou-se os custos anuais mínimos para alguns itens do estoque. Verificou-se redução de custos de até 50% no processo de estocagem para alguns itens.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de estoques. Curvas ABC. Modelo de Lote Econômico de Compra. Otimização. Custos de estocagem.

STOCK MANAGEMENT: AN APPLICATION OF THE ECONOMIC ORDER QUANTITY MODEL

ABSTRACT: In this work, mathematical and statistical methods are applied to the stock management of a company in Londrina. The analysis of stock through ABC curves of the materials serves to identify which are the priority items, the most expensive and with the highest turnover (demand). From the ABC analysis it is possible to determine, through stock control models, the size of the purchase lot and the periodicity that minimize the total costs of storage of these materials. The Economic Order Quantity (EOQ) model is used to simulate the company's minimum costs of stocking type A items. After adjusting the parameters of the EOQ model, minimum annual costs were calculated for some

inventory items. There was a cost reduction of up to 50% in the storage process for some items.
KEYWORDS: Stock management. ABC curves. Economic Order Quantity model. Optimization. Storage costs.

1 | INTRODUÇÃO

Gestão dos materiais é uma atividade realizada nas empresas desde os primórdios da administração, tendo como principal objetivo atender às necessidades e expectativas dos clientes. Segundo Gonçalves (2013), a administração de materiais tem o objetivo de conciliar os interesses entre as necessidades de suprimentos e a otimização dos recursos financeiros e operacionais das empresas. Uma gestão de materiais bem estruturada permite a obtenção de vantagens competitivas por meio da redução de custos, da redução dos investimentos em estoques, das melhorias nas condições de compra e da satisfação de clientes e consumidores em relação aos produtos oferecidos pela empresa.

De acordo com Ching (2008), o estoque tem que ser eficiente, pois a falta de organização e a má gestão podem gerar um custo muito alto para o produto, além de problemas na cadeia de produção. Alguns exemplos da falta de organização e da má gestão em estoques são:

- falta ou excesso de matéria prima no estoque,
- máquinas paradas com demanda existente e
- atrasos na produção e nas entregas para o cliente.

Os problemas na cadeia de produção podem ser minimizados com o auxílio de ferramentas e modelos matemáticos. Existe uma grande quantidade de modelos que podem ser aplicados com intuito de prever demandas, evitar esgotamentos, gerenciar quantidades ótimas e obter menores custos.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é utilizar o método estatístico da Curvas ABC e modelo matemático do Lote Econômico de Compra (LEC) na otimização de problemas reais em estoques.

A empresa estudada apresenta necessidade de uma melhor gestão de seu estoque. O principal problema encontrado na gestão deste estoque são as decisões de compra por oportunidade, ou seja, quando determinada matéria-prima está com preço em baixa. Tais compras impulsivas não consideram os custos de estocagem, gerando um excesso de materiais no estoque.

2 | METODOLOGIAS MATEMÁTICAS

As ferramentas matemáticas que serão detalhadas e analisadas nos próximos capítulos serão destinadas a determinar basicamente: as quantidades ideais de compra

de cada material, os momentos ideais de compra de cada material e os custos mínimos (ótimos) para a gestão do estoque.

2.1 Curvas ABC

Tanto o capital imobilizado nos estoques como os custos operacionais podem ser diminuídos se entendido quais são os itens mais importantes que circulam no estoque. O método da curva ABC serve para esse intuito ao classificar os itens. A curva ABC baseia-se na ideia do diagrama de Pareto, em que nem todos os itens têm a mesma importância (Carvalho, 2002).

Em nossa Modelagem Matemática as categorias são formadas pelos valores monetários do item no estoque, já que um item pode ter o preço unitário alto, mas baixa demanda e vice-versa. O valor monetário é o resultado da multiplicação da demanda total desse item pelo preço unitário dele, representando sua participação (monetária) no estoque.

Nome Item	Demanda anual	Preço unitário	Valor Monetário	% relativo	% acumulado
Item 1	12.000	R$ 10,00	R$ 120.000,00	3,00%	3,00%
Item 2	6.667	R$ 15,00	R$ 100.005,00	2,50%	5,50%
Item 3	10.000	R$ 9,00	R$ 90.000,00	2,25%	7,75%
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	99,50%
.	.	.	.	0,03%	99,80%
Item 50	.	.	.	0,02%	100,00%
Total			R$ 4.000.000,00	100,00%	100,00%

Tabela 1: Cálculo da proporção monetária de cada item do estoque.

Para calcular a representatividade de cada item do estoque, basta calcular o valor monetário do item e em seguida listá-los em ordem decrescente. Em seguida deve-se calcular o percentual relativo de participação de cada item em relação ao custo total (soma de todos os valores monetários). A Tabela 1 exemplifica tais procedimentos. Note que o Item1 representa 3% do valor monetário de todo o estoque, e que os itens 1, 2 e 3, juntos representam 7,75%.

Segundo a curva ABC, os itens são classificados em A, B e C, sendo os itens de classe A aqueles de maior prioridade (maior valor monetário). Normalmente adotam-se as seguintes proporções para cada categoria. Classe A: primeiros itens (da tabela 1) com maior valor monetário que acumulam até 80% do percentual de participação. Classe B: itens

intermediários (da tabela 1) que acumulam de 80% a 95% do percentual de participação. Classe C: últimos itens (da tabela 1) com baixo valor monetário que acumulam de 95% a 100% do percentual de participação.

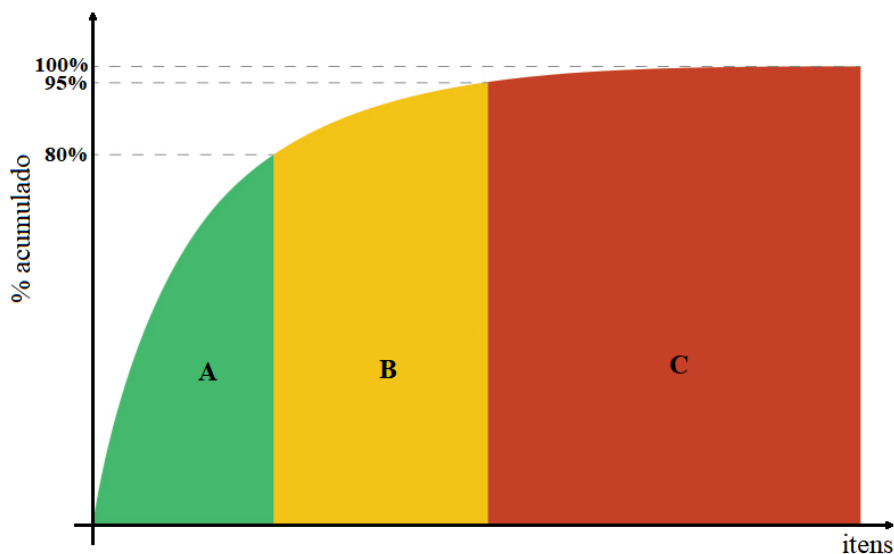



Figura 1: Representação de uma Curva ABC com as quantidades de itens em cada categoria em função do valor monetário acumulado.

Fonte: Próprio autor.

A Figura 1 apresenta uma característica importante das curvas ABC, ou seja, que pequena parte dos itens são de classe A, enquanto a grande maioria dos itens são de classe C.

2.2 Modelo LEC

Em geral, em qualquer tipo de estoque, os custos associados são basicamente custos de manter os estoques (custos de manutenção), custos de reabastecer os estoques (custos de pedido), custos de incorrer em déficits do produto (custos de falta), custo de inflação, e outros custos.

Neste trabalho considera-se que o custo total gerado pelos estoques é a soma do custo de manter e o custo de pedido. Uma questão crítica é balancear esses custos, já que eles têm comportamentos diferentes.

Observe na figura 2 que a função custo total tem o formato de uma curva com a concavidade para cima (curva convexa), o que significa que existe um valor mínimo para o custo total de estoque. Note que a descrição acima se torna mais complexa caso consideremos outros custos.

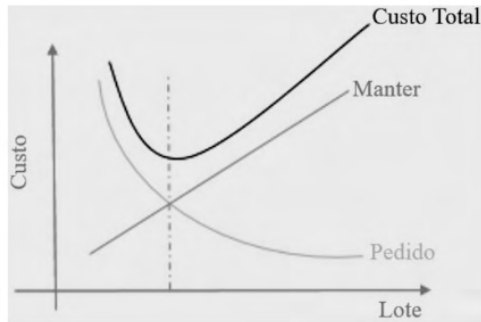



Figura 2: Comportamento dos custos gerados pelo estoque em função do tamanho do lote de compra.

Fonte: Próprio autor.

Para auxiliar o entendimento é importante definir e diferenciar o significado de demanda de um produto e o lote (de compra) do mesmo. A demanda anual de um produto pode ser suprida através de *n* lotes de compra, durante o ano. A figura 3 exemplifica essa situação para um item com demanda anual de 3000 unidades. Supõem-se uma taxa de utilização constante. Na figura 3 tem-se diversos tamanhos para os lotes de compra. Assim, a demanda é a quantidade de determinado item requisitada pela produção, o lote é a quantidade que será comprada (estocada) desse item em cada reposição.

O principal objetivo deste trabalho é determinar quais são as quantidades ideais de reposição dos itens do estoque, o tamanho dos lotes de compra, que minimizem os custos gerados dentro do estoque. O modelo do Lote Econômico de Compras (LEC), também conhecido como modelo EOQ (*Economic Order Quantity*) é um modelo básico de controle de estoque, que permite determinar uma quantidade ótima de pedidos de compra para um item do estoque, minimizando os custos totais de estocagens (Coyle et al., 2002; Hillier; Lieberman, 2013). O modelo LEC é um modelo determinístico em que as seguintes hipóteses devem ser satisfeitas: a demanda anual D do item é conhecida, a taxa de consumo do item é constante e as reposições (lotes de compra) Q são do mesmo tamanho.

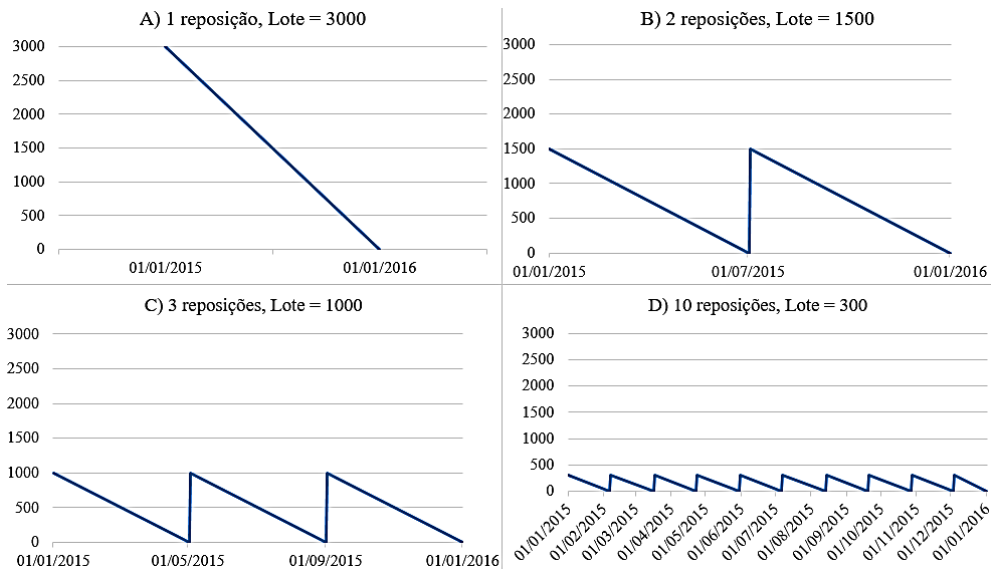



Figura 3: Possibilidades de reposição de um item do estoque, com demanda anual de 3000 unidades, utilizando diferentes lotes (de compra).

Fonte: Próprio autor.

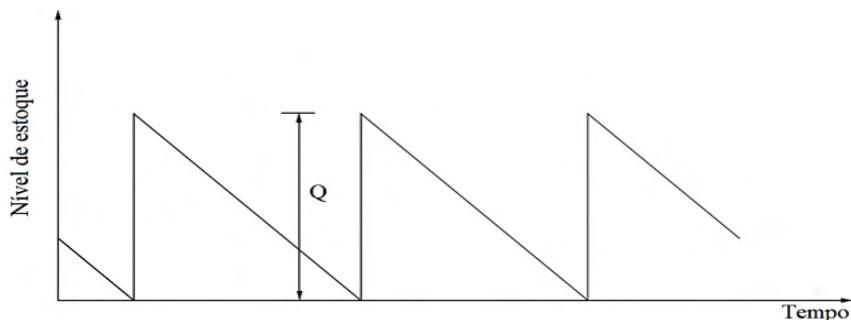



Figura 4: Comportamento do consumo de itens do estoque de acordo com o modelo LEC, onde Q é o tamanho do lote de compra.

Fonte: Próprio autor.

No modelo LEC comportamento da reposição de um item deve ser semelhante ao apresentado na figura 4. Basicamente esse modelo considera que os custos totais gerados pelo estoque dependem dos custos de armazenagem, custos de reposição e custos de aquisição.

A função custo total de estocagem do modelo LEC é expressa matematicamente por:

$$f(Q) = \frac{Q}{2}cm + \frac{D}{Q}cp, \qquad (1)$$

em que Q é o tamanho do lote de compra, D é a demanda anual do item, P é o

preço de compra unitária, cm é o custo unitário de armazenagem e cp é o custo unitário do pedido.

O primeiro termo da função custo total (1), que é referente ao custo de armazenagem do item, é calculado por meio do valor médio do estoque. Quando todas as reposições Q são do mesmo tamanho, então o valor médio do estoque é Q/2, veja figura 4. Nessa situação, o custo de armazenagem tem o comportamento linear, como mostrado na figura 5. Quanto maior o tamanho do lote, maior será o custo de armazenagem.

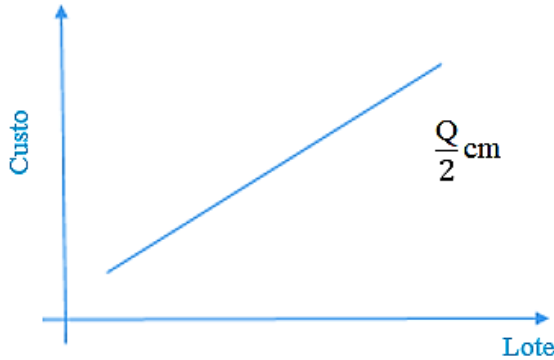



Figura 5: Comportamento do custo de armazenagem no modelo LEC.

Fonte: Próprio autor.

O segundo termo da função custo total (1) é referente ao custo de reposição do lote, calculado por meio da quantidade de número de pedidos. Como a demanda deve ser satisfeita, então D/Q representa o número de vezes que o lote foi reposicionado. O custo de reposição tem o comportamento de uma função racional como mostrado na figura 6. Note que quanto maior for o tamanho do lote, menor será o custo de reposição.

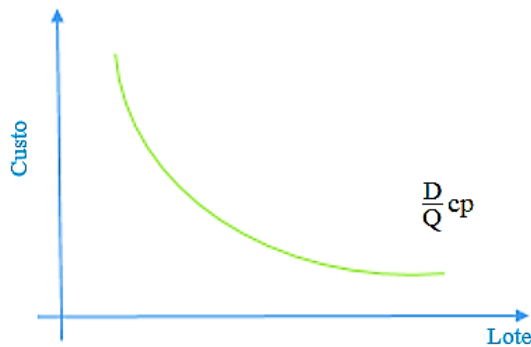



Figura 6: Comportamento do custo de reposição no modelo LEC.

Fonte: Próprio autor.

Esquematicamente, a função custo total, tem o comportamento como apresentado na figura 2. Deseja-se então identificar o tamanho do lote que minimize a função custo total (1). A única variável na análise da equação (1) é Q. Derivando a equação (2) em relação a Q e igualando-a a zero, o valor ótimo para Q, que minimiza o custo total de estocagem no modelo LEC, é dado por:

$$Q_{LEC} = \sqrt{\frac{2 * D * cp}{cm}} \quad . \qquad (2)$$

3 | RESULTADOS

A tabela 2 apresenta uma possível movimentação de itens de uma empresa. Ela fornece o nome do item; o tipo de movimentação (E=entrada, S=saída); a data da movimentação; a quantidade (em unidade) e a quantidade (em KG) da movimentação (positiva se entrou, negativa se saiu).

Nome	Movimento	Data	Qtd.	Saldo KG
Item A	E	10/01/2011	200	22,8
Item A	S	24/09/2011	-300	-34,2
Item B	E	10/01/2011	734	88,08
Item B	E	31/03/2011	3352	402,24
Item C	E	17/08/2011	1500	265,5
Item C	E	20/10/2011	300	531
Item C	S	30/08/2011	-692	-122,484
Item C	S	31/08/2011	-682	-120,714
Item D	E	14/01/2011	400	12
Item D	S	05/01/2011	-60	-1,8

Tabela 2: Exemplo de movimentação no estoque de uma empresa.

Conhecendo os preços por quilo e as entradas de cada item, pode-se calcular seus valores monetários e obter suas classificações ABC. Os itens classificados como B e C não serão considerados na análise do estoque.

3.1 Tipos de movimentação de itens do estoque

Na figura 7 temos a movimentação de um item do estoque, denominado item A, que apresenta certa homogeneidade nas entradas (compras). Esse tipo de movimentação é desejável.

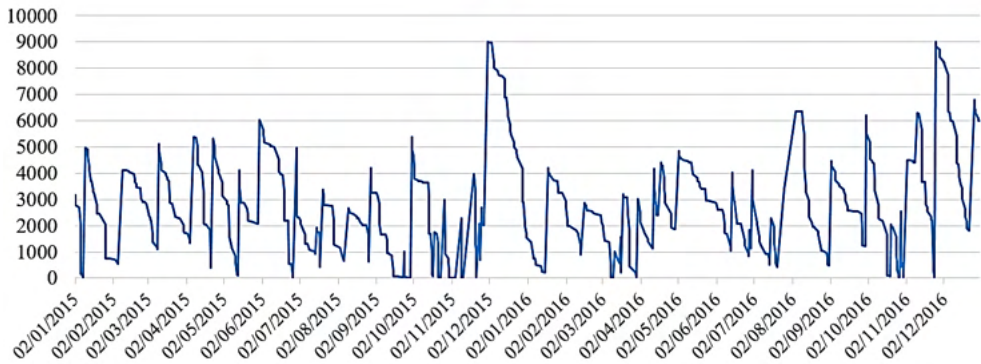



Figura 7: Gráfico da movimentação do item A no estoque.

Fonte: Próprio autor.

Na figura 8, observamos o gráfico de movimentação de outro item do estoque, denominado item B, que apresenta um acúmulo de entradas (compras) no período entre maio de 2014 a outubro de 2015, provavelmente compras de oportunidade. Em tais circunstâncias o modelo LEC pode propor uma gestão de estoque mais econômica.

Figura 8: Gráfico da movimentação do item B no estoque.

Fonte: Próprio autor.

Na figura 9, observa-se outro item, denominado item C, que é comprado para ser utilizado (movimentação tipo *Just In Time*). Tais itens ficam pouco no estoque, o que é bom.

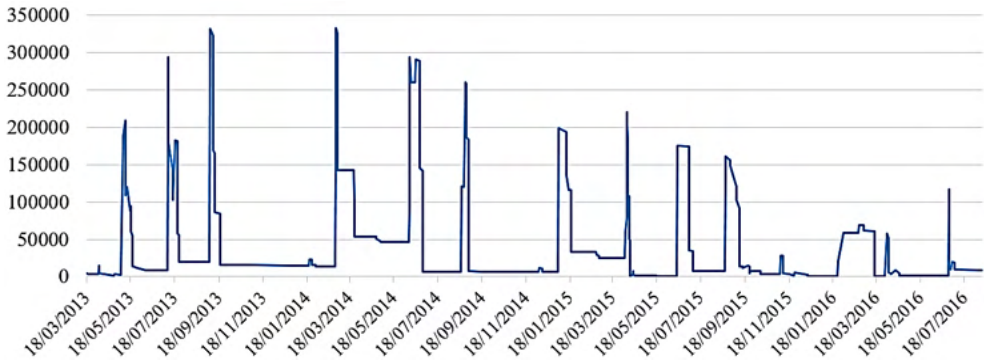



Figura 9: Gráfico da movimentação do item C no estoque.

Fonte: Próprio autor.

3.2 Cálculo das quantidades cm e cp para os itens do estoque

Para aplicar o modelo LEC precisamos conhecer quais são os valores dos parâmetros cm, custo unitário de armazenagem, e cp, custo unitário do pedido, em $f(Q)$ dado em (1).

Sejam os custos anuais de armazenagem, denotados por *CM*, os custos com pessoal (folha de pagamento e encargos trabalhistas), custos de manutenção do estoque (aluguéis, impostos, seguros e manutenções), custos de escritório (papéis, equipamentos, materiais e impressoras), custos de movimentação (empilhadeiras, muque e combustíveis), custos gerais (água, luz, aquecimento e telefone), entre outros.

Sejam os custos anuais de pedido, denotados por *CP*, os custos com pessoal (folha de pagamento e encargos trabalhistas), custos de escritório (papéis, equipamentos, materiais e impressoras), custos de transporte (combustível, frete e pedágio), custos gerais (água, luz e telefone), entre outros.

Quantificados os gastos totais anuais de armazenagem *CM* e os gastos totais anuais de pedido *CP*, podemos calcular as quantidades unitárias e pelas equações:

$$\mathrm{cp} = \frac{CP}{\mathrm{E_t}}; \qquad \mathrm{cm} = \frac{CM}{\mathrm{Q_t}}, \tag{3}$$

onde E_t é a quantidade de reposições (pedidos) de todos os itens no ano considerado, enquanto Q_t é o estoque médio de todos os itens no ano considerado.

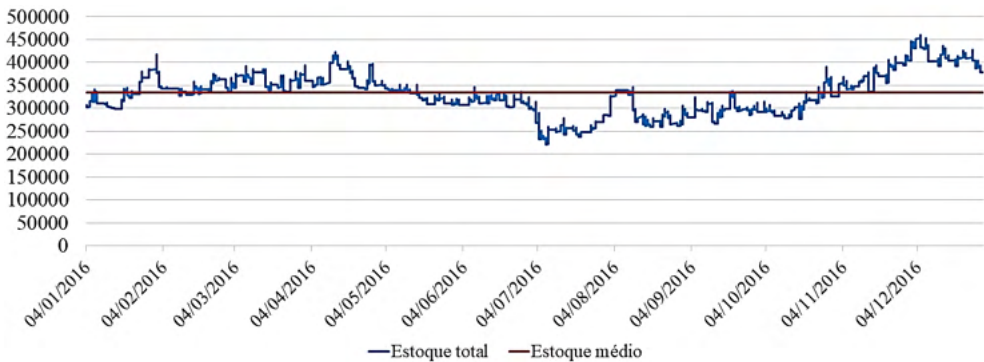



Figura 10: Cálculo do estoque médio de todos os itens em 2016.

Fonte: Próprio autor.

Para calcular o valor Q_t deve-se construir o gráfico de movimentação de todos os itens no ano. A figura 10 apresenta essa movimentação. O estoque médio total é calculado pela área abaixo do gráfico da figura 10, dividido pela unidade de tempo, que no caso é 366 dias, pois 2016 foi um ano bissexto. Na figura 13 é ilustrada essa média.

3.3 Constância da taxa de consumo dos itens do estoque

Identificado os itens prioritários de classe A e calculado as quantidades cm e cp do modelo LEC, deve-se verificar, por exemplo, através de uma análise gráfica, se a taxa de consumo dos itens selecionados é constante, ou quase constante, uma das premissas do modelo LEC.

Na figura 11 apresentamos a taxa de consumo anual do item A (curva azul), comparando-a com uma reta (curva vermelha). Para a construção deste gráfico deve-se somar todas as entradas do item A no ano, que será o valor inicial da quantidade desse item em 04/01/2016. Depois, sucessivamente, subtraímos todas as saídas desse item durante 2016. Observe que a taxa de consumo do item A é quase constante. A taxa de consumo anual do item A em 2016 foi de 65000 unidades, então o consumo médio desse item foi de 177,60 unidades por dia, aproximadamente.

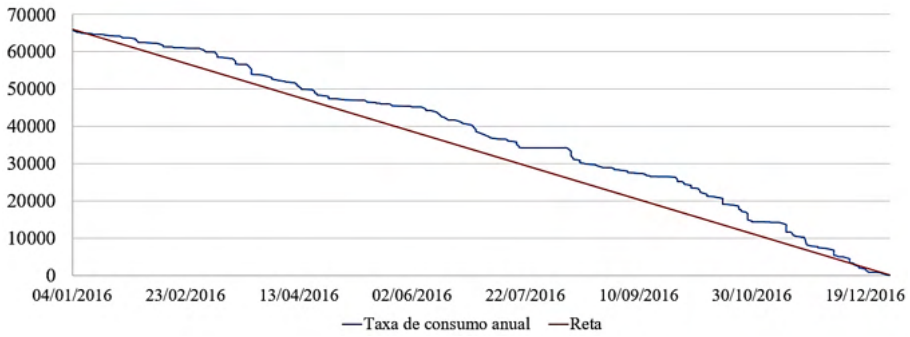



Figura 11: Gráfico da taxa de consumo do item A durante 2016 (curva azul) comparado com uma taxa de consumo constante (reta vermelha).

Fonte: Próprio autor.

Na figura 12 apresentamos a taxa de consumo anual do item B (curva azul), comparando-a com uma reta (curva vermelha). Note que compras de oportunidade incham o estoque, como mostrado para o item B, na figura 8. Por outro lado, quando se observa a figura 12, a taxa de consumo do item B nesse mesmo período se mostra praticamente constante.

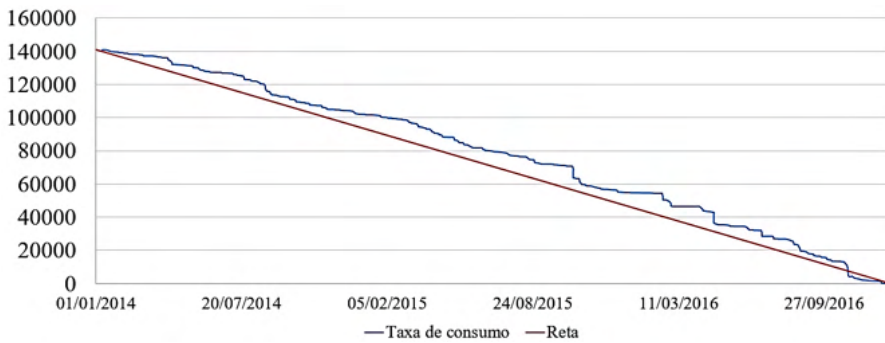



Figura 12: Gráfico da taxa de consumo do item B durante 2016 (curva azul) comparado com uma taxa de consumo constante (reta vermelha).

Fonte: Próprio autor.

3.4 Aplicações do modelo LEC ao estoque da empresa

A aplicação do modelo LEC pode ser realizada a qualquer item do estoque que satisfaça as hipóteses do modelo. Considera-se um item, aqui denominado item β, o gráfico de movimentação de entradas e saídas deste item possui o comportamento apresentado na figura 13. Note que a movimentação desse item apresenta três lotes de compra de aproximadamente 9000 unidades, e vários outros lotes de compra menores de até 1000

unidades. A primeira questão que surge é se esses tamanhos de lotes são realmente economicamente eficientes. A partir da análise dos modelos de gerenciamento de estoques será possível obter essa resposta.

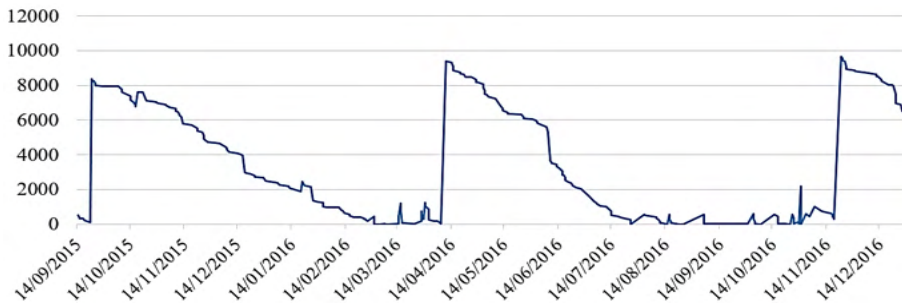



Figura 13: Gráfico de movimentação do item β durante 2016.

Fonte: Próprio autor.

Primeiramente o item β precisa apresentar uma taxa de consumo constante ao longo do tempo (hipótese do modelo LEC). A figura 14 apresenta a taxa de consumo do item β em 2016. Note que a taxa de consumo do item β se manteve praticamente constante durante 2016, com pequenas oscilações. Para uma demanda anual de 25550 unidades, a taxa de consumo diário do item β é de aproximadamente 70 unidades por dia.

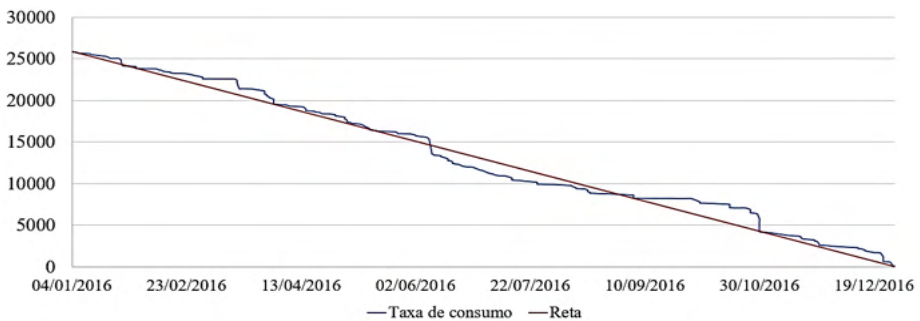



Figura 14: Gráfico da taxa de consumo do item β durante 2016 (curva azul) comparado com uma taxa de consumo constante (reta vermelha).

Fonte: Próprio autor.

3.4.1 Parâmetros do modelo LEC

Todas as informações necessárias para o modelo foram obtidas. A tabela 3 apresenta informações do item β e dos parâmetros do modelo LEC.

Demanda anual do item β	– Modelo LEC	– Modelo LEC
25550 unidades	0,80 reais	48,00 reais

Tabela 3: Parâmetros para o modelo LEC.

Fonte: Próprio autor.

Substituindo as informações nas equações do modelo LEC, obtém-se:

$$Q_{LEC} = \sqrt{\frac{2 * 25550 * 48,00}{0,80}} \sim 1751 \text{ unidades.} \qquad (4)$$

Portanto, para atender a demanda no período de 2016, o tamanho do lote econômico de compra do item β, que teria minimizado os custos gerados pelo estoque, seria de aproximadamente 1751 unidades. Nesse contexto, os três lotes de compra de aproximadamente 9000 unidades, figura 13, incharam o estoque, aumentando os custos do estoque.

Deseja-se agora calcular qual seria a economia obtida com a gestão do item β pelo modelo LEC. Primeiramente é preciso saber quais foram os gastos realizados com armazenagem e com pedidos do item β. Tais informações são apresentadas na tabela 4 e foram extraídas da movimentação do item β, apresentada na figura 13.

	Estoque médio	Total de pedidos
Dados	2580 unidades	24

Tabela 4: Dados obtidos da movimentação do item β durante 2016.

Fonte: Próprio autor.

Aplicando na fórmula do custo de manutenção e de pedido de estocagem, equação (1), segue que o custo anual real de estocagem do item β, durante 2016: $C_{Total}(\beta,\text{real})$ = 2580 * 0,80 + 24 * 48,00 = 3216,00 reais.

Agora vejamos quanto teria sido gasto com a gestão do item β, comprando lotes de 1751 unidades em 2016, como proposto pelo modelo LEC.

$C_{Total}(\beta,\text{LEC})$ = (1751/2) * 0,80 + (25550/1751) * 48,00 = 1400,80 reais.

Enfim, considerando a gestão realizada e a gestão proposta pelo modelo LEC para a estocagem do item denominado β, verifica-se que uma projeção de economia anual de 1815,20 reais, ao considerar somente esse item.

4 I CONCLUSÃO

Nesse trabalho foi mostrado os procedimentos de resolução e otimização do estoque de uma empresa da região de Londrina. Neste problema foram utilizadas ferramentas

matemáticas para tratamento e análise dos dados.

Neste estudo de caso, a aplicação de Curvas ABC e do modelo LEC projetou margens de até 50% na redução nas despesas do estoque, dependendo do item. Essas ferramentas e modelos matemáticos podem auxiliar empresários em tomadas de decisões sobre estoques.

Os dados estudados mostram que de fato a maioria dos itens do estoque não apresentam uma gestão adequada. Com frequência ocorrem as chamadas compras de oportunidade que incham o estoque, aumentando custos. Note que alguns produtos do estoque são comprados em quantidades estabelecidas pelo fornecedor/indústria, dificultando a gestão do estoque. No geral, o modelo LEC fornece resultados satisfatórios que minimizam custos.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, J. M. C. 2002. Logística. 3ª ed., Lisboa, Edições Silabo.

COYLE, J. J.; BARDI, E. J.; LANGLEY, C. J. 2002. The management of business logistics: a supply chain perspective. 7ª ed., Mason, South-Western College Pub.

CHING, H. Y. 2011. Gestão de estoque na cadeia de logística integrada: supply chain. 4ª ed., São Paulo, Editora Atlas.

GONÇALVES, P. S. 2013. Administração de Materiais. 7ª ed., Rio de Janeiro, Elsevier.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. 2013. Introdução à pesquisa operacional. 9ª ed., Porto Alegre, AMGH Editora.

CAPÍTULO 5

WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) COMO ESTRATÉGIA PARA REDUCIR FALHAS EM UM PROCESSO TÉCNICO DE FABRICA ÇÃO DE TÊXTEIS

Data de aceite: 01/04/2022
Data de submissão: 03/02/2022

Esmeralda Hernandez Méndez
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Apizaco
División de estudios de posgrado e investigación
Tlaxcala, México

Miguel Ángel Rodríguez Lozada
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Apizaco
División de estudios de posgrado e investigación
Tlaxcala, México

RESUMEN: En la siguiente lectura se presenta el desarrollo de la ruta de reducción de averías del pilar de confiabilidad de la metodología de las empresas de clase mundial (WCM siglas en ingles de World Class Manufacturing). Para la alineación de los procesos que existen hoy en día con las nuevas tendencias se ha desarrollado una serie de principios, mejores prácticas y técnicas dentro de las organizaciones, la manufactura de clase mundial, conocida por sus siglas en ingles WCM (World Class Manufacturing), se enfoca principalmente en la gerencia mixta brindando los recursos necesarios para contar con una mejora continua y por consecuencia, desarrollar la excelencia operativa, donde se alcance una eliminación de perdidas con la participación de todos para conseguir resultados de negocio de excelencia.
PALABRAS CLAVE: Averías, pilar, confiabilidad, disponibilidad, mantenimiento.

WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) AS A STRATEGY FOR REDUCING BREAKDOWNS IN A TECHNICAL TEXTILE MANUFACTURING PROCESS

ABSTRACT The next reading presents the development of the breakdown reduction path of the reliability pillar of the methodology of world class companies (WCM). For the alignment of the processes that exist today with the new trends, a series of principles, best practices and techniques has been developed within the organizations. World Class Manufacturing, known by its acronym WCM (World Class Manufacturing), focuses mainly on mixed management providing the resources needed to count on continuous improvement and, consequently, to develop operational excellence, where an elimination of the losses with the participation of all to achieve business results of excellence.
KEYWORDS: Breakdowns, pillar, reliability, availability, maintenance.

INTRODUCCIÓN

Desarrollada por un conjunto de empresas, entre ellas Fiat en el 2005, donde se empezó a buscar la excelencia operativa. WCM es una metodología compuesta por pilares y fundamentos, ilustrados que tienen una finalidad y es como se menciona, alcanzar la excelencia operativa y la satisfacción del

cliente. Una de las características del concepto de WCM es que los cambios siempre inician con áreas modelos, están son áreas pilotos para el desarrollo de las rutas, los pilares y los fundamentos del templo, para este caso, se presenta el desarrollo de la ruta de averías del pilar de confiabilidad donde lo ideal es una vez establecida la ruta se debe seleccionar una maquina con el mayor número de fallas presentadas para el desarrollo de la misma ruta, esto a su vez introduce el concepto de cero desperdicios, cero defectos, cero averías y cero inventario. WCM motiva a las nuevas mejoras, siendo uno de los mejores argumentos para convencer a organizaciones incrédulas. Las pérdidas para WCM son aquellas actividades dentro de la empresa que añaden costos, pero no valor al producto, por lo que se les considera como oportunidades, siendo el principal objetivo el tener cero perdidas, cero accidentes, cero averías, cero enfermedades laborales, cero defectos. El resultado de lo anterior es un sistema para la gestión de las operaciones, donde 1) se comprenden las pérdidas a través de la búsqueda del potencial, de enlazar las mejoras con los beneficios y las pérdidas y con un claro plan de ataque, 2) se eliminan las perdidas con un enfoque practico paso a paso y 3) se previenen mediante la introducción de un sistema para conservar las ganancias y tener un cambio de cultura permanente.

DESARROLLO

El templo de WCM está compuesto de 3 fundamentos y 8 pilares, como soporte, tiene 3 fundamentos iniciando con la gestión basada en el tiempo y despliegues de costos (Time Based Management (VSM) & Cost Deployment), donde el VSM es el primer paso para la identificación de las pérdidas y los despliegues de costos las herramientas de gestión, que al complementarla con el VSM se definen las prioridades y se construye un plan general para la organización, el comprender las perdidas sirve de apoyo para los despliegues de los costos de cada uno de los pilares. Posteriormente la Mejora focalizada e Involucramiento del personal (Focus Imporvemente & people involvement) hará mención a los grupos de trabajo para que las mejoras se den de manera rápida y en puntos focalizados a través de los despliegues de costos o el VSM, se deben tomar en cuenta las sugerencias de las personas, por último, estandarización y gestión autónoma y visual. La estandarización (Standardisation, 5S, Autonomous & Visual management) es una de las herramientas clave para WCM ya que es restablecida y/o definida por los grupos de mejora, manteniéndola después de la fase de prevención de perdidas, se manejan 3 tipos de estándares: Estándares separados, Procedimiento Operativo Estándar (SOP) y Lección sobre un punto (OPL), para la gestión autónoma y visual, se indaga principalmente a simplificar la vida dentro de la organización.

(Time Based Management (VSM) & Cost Deployment

Focus Imporvemente & people involvement

Standardisation, 5S, Autonomous & Visual management

Figura 1. Fundamentos del templo WCM.

Para los pilares de WCM es importante conocer la definición de pilar, estos son los soportes de un sistema de excelencia empresarial, dirigido por un grupo y un líder de pilar, como misión tienen la de dar soporte a la organización para que alcance sus objetivos utilizando talleres de mejora continua, enfocados a ciertas actividades e involucrando al personal de diferentes niveles y funciones, estos pilares son:

Salud y seguridad (Health & Safety) y Medio ambiente y prevención de riesgos (Enviroment & Risk prevention): Garantizar cero accidentes y cero enfermedades laborales a traves de un sistema constante de prevención de los riesgos y Garantizar cero incidentes industriales y medioambientales.

Confiabilidad (Reliability): Garantizar la fiabilidad de los sistemas de producción a través de actividades planificadas con un mínimo costo.

Eficiencia Industrial (Industrial Efficiency): Garantizar la mejora continua de la mano de obra y de la productividad de la operación de las maquinas reduciendo las actividades de valor agregado.

Calidad y control de procesos (Quality & Process control): Apoyar un sistema de cero defectos mediante el control del proceso, minimizando los costos de no calidad y mejorar la satisfacción del cliente.

Atención y servicio al cliente (Custumer Focus & Service): Brindar una constante asistencia al cliente con el mínimo costo logístico mediante una cultura ágil, es decir cero stocks y cero rastreos.

Desarrollo de personal (People Development): Mejorar el clima social y la eficiencia de la dirección de recursos humanos, manteniendo la evolución de la competencia del personal y el desarrollo de la organización orientada al enfoque de WCM, identificando competencias

Desarrollo e investigación (Innovation development & Growth): Garantizar un proceso de constante crecimiento del negocio a través de nuevos productos, nuevos equipos y/o tecnologías y desarrollando nuevos mercados.

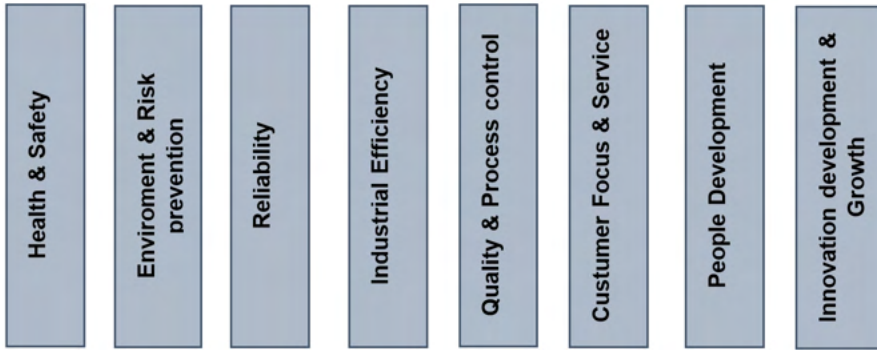



Figura 2. Pilares del templo de WCM.

Dentro de los pilares es necesario identificar las responsabilidades del mismo, así como las responsabilidades funcionales, se deberá partir de la dirección industrial, posteriormente contar con un coordinador de WCM y como lideres quedaran los responsables de cada una de las áreas como son producción, calidad, mantenimiento, desarrollo e investigación, seguridad e higiene y medio ambiente, cadena de semestre, entre otras. Con los fundamentos como base de los pilares y con los piares como soporte, se podrá llegar cúspide del templo, donde se encuentra la excelencia operativa (Operational Excellence) que se desea alcanzar.

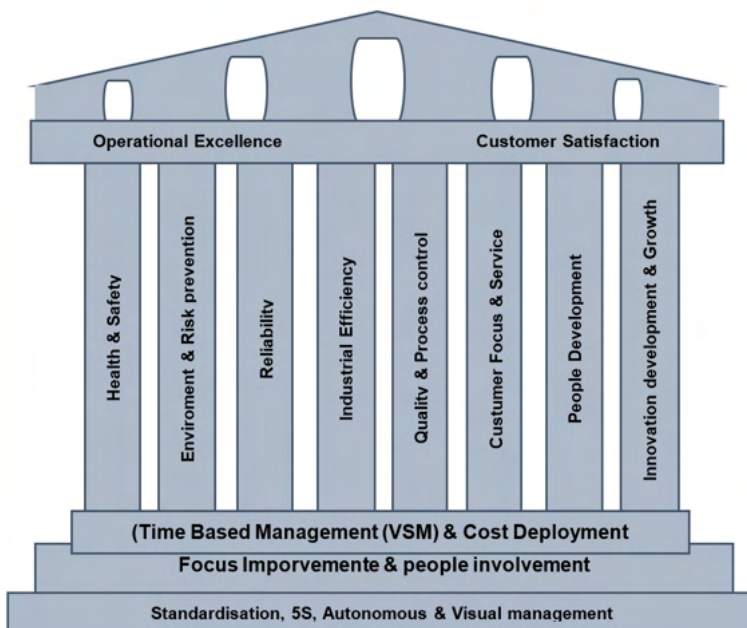



Figura 3. Templo de la metodología WCM, contemplando fundamentos y pilares.

Cada pilar concentra diversos conocimientos que le dan soporte a una organización divididos en 3 niveles: el primero es sustentar la gestión del sistema a través del desglose de costos, VSM y/o estrategias, el segundo es sustentar los grupos de mejora llevando a cabo talleres de mejora continua y enfocada, con apoyo del desarrollo del personal y el tercer nivel es sustentar el mantenimiento de las ganancias mediante el control y prevención de las perdidas, los pilares deben desplegar los Key Performance Indicators (KPI) para poder identificar las áreas donde se puedan realizar mejoras atacando las perdidas, estas pueden ser reducidas con metodologías y herramientas que forman parte de WCM. La eliminación de perdidas ligadas a las averías provoca defectos, además de que requieren trabajos de mantenimiento, generan desperdicios, reducen el valor del OEE y la productividad de la mano de obra, provocan retrasos en las entregas e impiden el respeto de los planes de producción. El análisis de las perdidas debe sustentar y llevar a cabo un desglose pertinente, donde se observe un análisis de diferencias y los grupos de mejora gestionando las actividades a través de un plan maestro y una agenda integrada, es fundamental que se brinde soporte para los grupos de mejora (donde se deberán realizar formaciones, entrenamientos y auditorias, dentro de las posibles causas de las pérdidas se encuentran: 1) Por material, ya sea por defectos al ingresar, problemas con materiales que se agotan (ej. Lubricantes) y problemas relacionados con cada una de las fases del proceso, 2) Por máquina, ya sea debido a debilidades estructurales, por rupturas/ colapsos (fatigas, sobrecargas), por corto circuito, 3) Por método, donde están involucrados el estándar laboral no claro/ no definido, estándar de inspección no claro/ no definido, estándar no claro/ no definido y 4) Por mano de obra, presentándose la falta de habilidades/ competencias, la falta de habilidades individuales, temas de disciplina, entre otros factores. El área de mantenimiento cuenta con diferentes áreas, iniciando por los conceptos básicos como lo son el Overall Equipment Efficience (OEE), la confiabilidad, la disponibilidad y la fiabilidad, una vez identificados estos, el siguiente punto es el de mantenimiento planificado donde se encuentran las normas de mantenimiento, el cómo se va a crear un sistema de mantenimiento planificado, la definición de un plan de mantenimiento y su gestión y al final y la definición de roles en las áreas de producción y mantenimiento, posteriormente se llega al mantenimiento autónomo donde la finalidad es capacitar a los operadores para comprender el funcionamiento de las maquinas. Como se menciona anteriormente, lo que WCM busca es tener cero averías, paradas en menor tiempo y evitar las pérdidas de velocidad, esto se conseguir a partir de tres pasos los cuales son: restablecer, resolver perdidas repetitivas y resolver perdidas crónicas, para el desarrollo de estos pasos es importante contar con diferentes herramientas, estas últimas son proporcionadas por la metodología WCM como lo son los históricos, los análisis de modos y efectos de fallas (AMEF), la técnica de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y el análisis PM, ya que se hayan desarrollado los puntos anteriores.

Para la reducción de averías es importante saber que es posible reducir estas sin

llevar a cabo modificaciones en los equipos o maquinas que sean complejos, ya que la mayoría de los fallos se derivan a causas sencillas siendo anomalías ocultas como polvo, suciedad, adhesión de materias primas, abrasión, retorno, aflojamiento, perdidas, corrosión, deformación, defectos, grietas, temperatura, vibraciones, ruido y otros problemas que deben ser eliminados. Pero, ¿Qué es una avería?, una avería no es más que un paro no programado en un equipo de forma repentina, como son las roturas de componente, malos ajustes de los equipos, que se deben en la mayor parte de las ocasiones a problemas de los mismos equipos, problemas que tienen que ver con la calidad, como materias primas atascadas, etc., se dan también por el personal de mantenimiento, teniendo una frecuencia alrededor de 5 a 10 veces por mes, de forma practica la avería se considera como una parada repentina de la maquina con una duración superior a x minutos, donde $10min \leq x \leq 15min$. Entre las causas típicas de las fallas están las debilidades de los proyectos, la falta de piezas cuando se realiza un mantenimiento programado y la calidad de las mismas, una incorrecta operación tanto del equipo como de la pieza, precedentes de reparaciones o tareas de mantenimiento realizadas bruscamente y la falta de mantenimientos preventivos, el recorrido con base WCM inicia analizando los datos de forma cronológica para poder darle una resolución, este paso corresponderá a la fase 1, posteriormente se deberá llevar a cabo una investigación de las averías frecuentes y las aisladas para realizar la revisión del sistema de mantenimiento planificado actual, actividades que corresponden a la fase 2 y finalizando con un análisis y eliminación de las averías crónicas, actividades correspondientes a la fase 3.

Paso 0 Introducción al lanzamiento de la ruta Reducción de averías

Este paso es el inicio para la preparación del lanzamiento de la ruta dentro del pilar de confiabilidad, el cual consta de 11 actividades para establecer la visión y las principales herramientas para gestionar adecuadamente la ruta y el pilar.

Actividad 1 Lanzar la misión de la ruta dentro del pilar: La misión es la razón para que la ruta exista dentro del pilar, el equipo que conforme al pilar deberá ser un equipo multidisciplinario, integrado por diferentes áreas de la organización, quienes deberá de definir y compartir tanto la misión y visión de la ruta y del pilar.

Actividad 2 Definir los KPI’s de la ruta: El pilar tiene que definir un tablero físico donde estén plasmados los KPI’S para la ruta, de forma que en ellos se vea reflejada la misión y la visión, con objetivos claros, validado por el comité de seguimiento dentro de la organización, estos indicadores deberán contar con un glosario, la unidad de medida, el método de cálculo, valor de partida de referencia, los objetivos y el sistema de seguimiento que tendrán.

Actividad 3 Compartir la ruta: El líder del pilar, debe comprobar estar formado en los fundamentos de la ruta para entender las actividades que se desarrollarán, así mismo, los miembros del equipo tendrán que compartir las perspectivas de la ruta y saber explicar

los pasos con secuencia lógica.

Actividad 4 Preparar un Plan maestro de la ruta: El plan maestro o master plan debe mostrar el tiempo que se requiere para introducir cada una de las actividades y cuales necesitan una replicación continua, por lo que es una ayuda para la correcta implementación de cada actividad.

Actividad 5 Establecer la propiedad del análisis de las pérdidas y un plan de desarrollo: Uno de los puntos más importantes a contemplar es la pérdida del pilar (Loss intelligence) ya que los miembros del pilar deben identificar y definir las propiedades con base al soporte de la organización para el desglose de los costos y llevar a cabo su plan de mejora.

Actividad 6 Definir el soporte para la ruta: Entrenamiento (Train & coach): Para la ruta que se va a desarrollar, el pilar debe definir el proceso de soporte para los lideres y los miembros, siguiendo la regla de oro que marca WCM la cual menciona que se deberá llevar a cabo una reunión por semana de 4 horas, donde se deberá seguir la rutina de entrenamiento (auditar, formar, entrenar, planificar) que marca WCM.

Actividad 7 Introducción del tablero de la ruta

Se utilizará para la gestión de las actividades de la misma y para comunicar a la organización, los miembros que conforman al pilar y a la ruta son los responsables de definir los estándares y las actualizaciones del mismo, es importante mencionar que el tablero de mejora continua y gestión visual, ya estandarizado y también en su forma electrónica está listo para ser llenado con los datos del cliente e impreso hoja por hoja.

Actividad 8 Definir el formato y agenda de las reuniones de pilar: La consistencia de las actividades del pilar es relacionados y bien organizados con el sistema de reuniones de los miembros del pilar.

Actividad 9 Establecer los roles y responsabilidades de cada miembro de la ruta y del pilar: El equipo que conforme al pilar y la ruta a desarrollar deberá ser un equipo multidisciplinario, es decir, deberá ser formado por diferentes integrantes de la organización que pertenezcan a las diferentes áreas de la misma siempre y cuando estas tengan que ver con el pilar de confiabilidad.

Actividad 10 Compartir el sistema de evaluación de la ruta y del pilar: El sistema para evaluar la ruta y el pilar deberá guiar en las revisiones, soportando las implementaciones y el proceso de aprendizaje con puntuaciones definidas. La actividad de auditoria para la ruta y el pilar es necesaria para evaluar el estado del arte y dar soporte a los miembros para mantener una correcta consistencia.

Actividad 11 Introducir el sistema de desarrollo de competencias: Una herramienta de formación para verificar las competencias requeridas por cada uno de los miembros de la ruta y del pilar.

Paso 1 Identificar los tipos de averías

Para realizar esta tarea, se debe iniciar con la definición para cada avería, el punto de partida y el objetivo, posteriormente identificar las zonas más críticas de la máquina, realizado lo anterior se debe: 1) Establecer un sistema de recolección de datos, 2) Analizar los datos cronológicos y establecer los indicadores de actuación y 3) Efectuar el desarrollo de las averías y realizar un diagrama de Pareto.

Paso 2 Restablecer las condiciones básicas en las zonas críticas y formular los estándares

Actividad 1 Identificar las zonas críticas: En este paso es importante tomar dos aspectos: la maquinaria porque se deben restablecer las condiciones originales, eliminando perdidas debidas a la escasez de la limpieza y las personas, ya que los operadores deben: Aprender a localizar los problemas, a diferenciar que la limpieza significa inspección y desarrollar una sensibilidad para encontrar problemas de pequeña escala, deben también de profundizar sus conocimientos sobre el equipo y a identificar las fuentes de contaminación.

Actividad 2 Efectuar la limpieza inicial y colocar hojas de identificación: El objetivo de este paso es la eliminación de las anomalías debidas al aceleramiento en el deterioro del equipo, es decir, la disminución de su vida útil, el restablecimiento de las condiciones básicas en las zonas más críticas del equipo y lograr definir un sistema para la manutención de las condiciones básicas, las actividades de este paso inician con: 1) Identificar las zonas críticas, tomando en cuenta el número de anomalías y el estado de las máquinas y 2) efectuar la limpieza inicial y colorar hojas de identificación, estas son instrumentos para poner en evidencia las anomalías, deben ser llenadas por completo y colocadas en la maquina donde se ha encontrado la falla, si la avería hace referencia a un componente móvil la hoja de identificación debe estar cerca de este.

Actividad 3 Utilizar las hojas de identificación: Como se menciona en el párrafo anterior, el procedimiento para usar las hojas de identificación para las averías deberá iniciar con la detección de la anomalía, posteriormente se debe colocar esta hoja de identificación y hacer su planificación, es decir, establecer el equipo de trabajo que se encargara de la falla tomando en cuenta los mantenimientos que se tienen que realizar así como los proveedores subsidiarios, realizado lo anterior se procede a retirar la hoja de identificación y llevar a cabo su análisis, concluida esta actividad debe ser eliminada la hoja de identificación definitivamente.

Actividad 4 Definir y aplicar los estándares LILA: Dentro de esta actividad se deben definir las operaciones que se deben llevar cabo en los equipos y en zonas cercanas a ellos, haciendo referencia al listado de actividades desarrolladas durante el ajuste. Se deben establecer las frecuencias para cada operación a realizar con base a la experiencia o a los manuales técnicos e historiales, los estándares provisionales tienen que suministrar a los operadores los instrumentos y herramientas para realizar los controles de

modo correcto para llevar a cabo cada una de las actividades mencionadas. Con respecto a los tres temas principales que son limpieza, lubricación e inspección se tienen que definir: 1) Como se van a evaluar los estándares y 2) como se mantendrán controladas las prestaciones. Para el punto uno se debe elaborar una lista de control la cual tiene que presentar la subdivisión del equipo en zonas, la definición del estado que se desea de cada componente de la misma, así como un estándar visual para criterios de evaluación, en el momento que se lleve a cabo lo anterior se asignara a las diferentes zonas una puntuación máxima o bien, cero ya que para estas actividades no existe el término medio, con respecto al punto 2 se debe desarrollar un sistema de revisión donde se debe fijar una puntuación mínima para la revisión y para el peligro para la misma, realizar una recolección semanal de los resultados de las revisiones realizadas y representar gráficamente los resultados, es importante comprobar la existencia de SOP.

Paso 3 Atajar las averías frecuentes

Para las averías frecuentes se tendrán que establecer los diferentes tipos de averías encontradas durante el paso dos, desarrollar el análisis de los 5 porqués sobre cada una de las fallas identificadas y realizar la definición de las medidas a tomar, así como su aplicación, estableciendo un sistema de control para la repetitividad de las mismas.

Paso 4 Evidenciar las causas de averías esporádicas

Para este paso es importante conocer y aprender sobre las averías encontradas para identificar las causas y las posibles soluciones para la misma, las actividades que se deben desarrollar en este paso son:

Actividad 1 Introducir una nueva definición de avería: Una vez que se hayan reducido drásticamente el número de averías, es importante empezar a medir el tiempo medio entre averías (MTBF, del inglés Mean Time Between Failures) el cual es uno de los principales indicadores de mantenimiento, ya que mide la disponibilidad y confiabilidad de un equipo, representando el promedio del tiempo que pasa entre dos averías en un mismo equipo, entre más alto sea el valor del indicador, más fiable es el equipo, de forma que el MTBF será la capacidad del sistema para funcionar sin que se produzcan averías, la fórmula para el cálculo del MTBF es la siguiente.

$$\text{MTBF} = \text{Tiempo disponible} - \text{tiempo muerto}/\text{No. de fallas}$$

Donde el tiempo disponible es aquel en el que el equipo estará operando, sin tomar en cuenta el tiempo de mantenimiento programado y el tiempo muerto será aquel donde el equipo no funcione con fines de producción, por operaciones de mantenimiento, por paros no programados. Dentro de este indicador también se encuentra el MTBM es el tiempo medio entre las intervenciones de mantenimiento, sumando los tiempos de las averias y de los mantenimientos preventivos) y el MDT, el cual corresponde al tiempo medio de falta de disponibilidad, mejor conocido como Mean Down Time. Para El tiempo medio de reparación

(MTTR, de las ingles Mean Time To Repair), es un indicador de mantenimiento aplicable a los equipos, componentes o sistemas. Considera el tiempo medio que tarda el técnico en resolver o intervenir una avería después de haber ocurrido, de forma que el MTTR ser la capacidad del sistema para poner de nuevo en condiciones de funcionar y mantener dichas condiciones, la fórmula para calcular es la siguiente: MTTR=Tiempo muerto/No.de fallas..

Se realiza una comparación entre el tiempo necesario para una intervención en caso de presentarse una avería y en una intervención del mantenimiento planificado. A través de estos pasos, se busca aumentar la disponibilidad de los equipos, esta es la disposición de un sistema o equipo más la organización de soporte a suministrar, todo esto durante el tiempo en el que se va a requerir su uso. La disponibilidad va ligada a la fiabilidad intrínseca de la máquina, a la posibilidad de mantenimiento de la maquina y a la eficacia y eficiencia del sistema logístico de soporte (siendo el sistema informativo como los planes de mantenimiento, herramientas, estructura, etc.) y las habilidades del personal, dentro de esta encontraremos la disponibilidad intrínseca (A_i), disponibilidad conseguida (A_a) y disponibilidad operativa (A_o). Las fórmulas para calcular cada una se muestran a continuación.

Disponibilidad intrínseca (A_i)	$(A_i) = MTBF/\ MTBF\ + MTTR$
Disponibilidad conseguida (A_a)	$(A_a) = MTBM/\ MTBM\ + MTTR$
Disponibilidad operativa (A_o)	$(A_0) = MTBM/\ MTBM\ + MDT$

Tabla 1. Fórmulas para el cálculo de los diferentes tipos de disponibilidad.

Es importante considerar los parámetros estadísticos (comprendidos entre 0 y 1) para indicar la probabilidad de que un componente del equipo funcione correctamente, sin presentar averías durante un periodo de tiempo determinado. El cálculo de la fiabilidad de un componente debe efectuarse con base a datos referentes a un volumen de referencia, por ejemplo, de 100 componentes. En la mayor parte de los casos para valorar la fiabilidad de un equipo se usan los indicadores donde se vea cuanto tiempo el sistema no presento averías o bien de la frecuencia de las mismas (MTBF), el recorrido para calcular la fiabilidad es el siguiente: 1) Calcular la probabilidad de la avería, en otros términos, la densidad, en un intervalo de tiempo t1 y t2. La fórmula para el cálculo es la siguiente: $f(t)=\frac{Nf(t)}{No}$ =densidad de avería, donde: Nf= número de averías y No= grupo de referencia (inicial). Para tal caso, la probabilidad de que el componente o sistema sufra una vería en un momento dado (hora, día, etc.) a partir del momento que empieza el servicio. 2) Calcular la probabilidad acumulada de una avería hasta el momento T, la fórmula para el cálculo es: $F(T)=\sum^{T}_{t=0}f(t)$La probabilidad de que el componente o sistema sufra una avería hasta un momento dado, es decir no tenga un funcionamiento correcto hasta aquel. 3)El

cálculo de la fiabilidad será aplicando la siguiente formula: R(T)=1-F(T). La probabilidad de que el componente o sistema funcione correctamente sin sufrir averías durante un periodo de tiempo determinado (T) en condiciones ambientales predeterminadas, siendo el complemento 1 de la probabilidad acumulada de la avería. Se debe considera la posibilidad del mantenimiento, donde se analiza la capacidad de un sistema para ser reparado fácil y rápidamente, repercutiendo de modo decisivo en el MTTR, contemplado la posibilidad de diagnóstico, la accesibilidad o ergonomía, la rapidez de fijación y conexión y la posibilidad de intercambio y estandarización.

Actividad 2 Introducir la ficha de análisis de la avería: Para realizar esta actividad, es importante conocer la definición de una ficha de análisis de avería, esta es un instrumento muy sencillo de utilizar como apoyo para analizar cada una de las averías donde se deberá plasmar la maquina o equipo, la fecha, hora de la avería, hora de la intervención, hora en la que se realiza la reparación, hora en la que se pone en marcha, cuando estos datos hayan sido identificados, se deberá redactar en un párrafo lo que paso y en que sección del equipo, las señales de advertencia antes de las fallas, una descripción de la intervención de reparación especificando los componente con los que se trabajó y en donde más las refacciones utilizadas, es importante mencionar el tipo de avería y un diagrama dibujado en la parte trasera de la hoja donde deberá estar plasmado el análisis 5 porqués de la avería identificada.

Actividad 3 Definir los sistemas de apoyo: Dentro de esta actividad se deberá desarrollar un sistema de apoyo a través de un procedimiento, donde tendrán que estar citados los pasos con orden número para el análisis de las averías, también deberá incluir el responsable de realizar la actividad y cuando la llevará a cabo.

Actividad 4 Capacitar a los operadores y al personal de mantenimiento: Antes de la capacitación tanto los operadores como empleados deberán mostrar involucramiento en los diferentes equipos de trabajo, el objetivo de estas capacitaciones es que las personas puedan hacer la descripción de las averías, llevar a cabo una intervención de para realizar a la reparación, hacer un análisis de los 5 porqués, planificar las medidas a aplicar y realizar el seguimiento de las mismas.

Actividad 5 Aplicar el sistema y efectuar un seguimiento de resultados: En este punto se debe tener cuidado en llevar un correcto control de la frecuencia con la que suceden las averías, la recolección de los datos, la calidad de los análisis que se llevan a cabo y la eficacia de cada una de las acciones aplicadas y desarrolladas.

Paso 5 Definir el plan de mantenimiento preventivo: Dentro de este paso la finalidad es llevar a cabo la aplicación de un sistema que permita el mantener los resultados obtenidos mediante la eliminación de averías que identificaron como frecuentes y esporádicas.

Actividad 1 Resumir las causas: Se deberá realizar un despliegue de las averías encontradas, partiendo del total de equipos que se encuentran en el área, identificado lo

anterior, se deberán clasificar los tipos de falla identificando si son mecánicas, de limpieza, de instrumentación, referentes al medio ambiente, eléctricas o por operación incorrecta donde en cada barra se presentara el número de veces que se reporta dicha falla.

Actividad 2 Aplicar acciones y medidas tomadas: Para cada tipo de causas originadas, se debe plasmar la medida correspondiente a seguir e implementar. De igual manera, se tiene que lanzar un plan de acción obtenido con el análisis de averías como el que se muestra a continuación.

Actividad 3 Mejorar el sistema de mantenimiento planificado: Dentro de esta actividad, se observa que el desarrollo y la mejora del sistema de mantenimiento planeado es económico, de fácil acceso, tiene la facilidad de modificar y mejorar, es visible y está relacionado con la prestación y la vida útil de las refacciones, consolidando el proyecto.

CONCLUSIÓN

La metodología WCM es una filosofía de para ser el mejor, el más rápido y económico productor de un servicio o material, donde se ve implicada la mejora constante de los productos, de los procesos y servicios para seguir siendo un líder en cualquier industria, proporcionado la mejor opción para los clientes muy independiente de donde se encuentre el proceso. Las organizaciones como se menciona, apuntan al desarrollo de la excelencia operativa, la eliminación de las perdidas con la participación de todos para conseguir resultados dentro del negocio con excelencia, conocer los pasos de la ruta a seguir es importante ya que ahí se puede iniciar con la definición de los tipos de fallas presentadas de los equipos y con apoyo de los análisis como lo son el 5 porques establecer medidas a tomar. Dentro del área de mantenimiento, se busca mantener las mejoras así como aumenta los tiempo en los que equipo se está utilizando productivamente, a través de las diferentes rutas de WCM se puede conseguir mejorar el rendimiento, aumentar las eficiencias y su uso como se menciona anteriormente, actualmente WCM es una de las metodologías menos empleadas pero que tiene el potencial para mejorar la efectividad total de la planta de producción dentro de una organización, con esta solución las compañías pueden implementar fácilmente y desarrollar un sistema de mantenimiento eliminando emergencias y periodos de tiempo de inactividad no previstos.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi gratitud al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado, al Instituto Tecnológico de Apizaco por darme la oportunidad de formar parte de este posgrado, así como los docentes involucrados. Al Dr. Miguel Ángel Rodríguez Lozada por el apoyo brindado durante esta travesía, por compartir conmigo su sabiduría y paciencia para explicar diferentes conceptos que se emplean en las industrias, asegurándole que el esfuerzo y conocimiento que ha compartido conmigo serán bien aprovechados en mi vida

profesional.

REFERENCIAS

Cárcel, F. **Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. Valencia**, España, 2016.

Flynn, B. B., Schroeder, R. G., Flynn, E. J., Sakakibara, S., & Bates, K. A. **World-class manufacturing project: overview and selected results. International Journal of Operations & Production Management**, 1997.

Flynn, B. B., Schroeder, R. G., & Flynn, E. J. **World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation. Journal of operations management, 17(3),** 249-269, 1999.

Harrison, A. **Manufacturing strategy and the concept of world class manufacturing. International Journal of Operations & Production Management**, 1998.

Jazayeri, M., & Hopper, T.**Management accounting within world class manufacturing: a case study. Management Accounting Research***,* 10(3), 263-30,1999.

Lau, R. S. M. **Strategic flexibility: a new reality for world-class manufacturing. SAM Advanced Management Journal**, 61(2), 11, 1996.

New, C. **World-class manufacturing versus strategic trade-offs. International Journal of Operations & Production Management,** 1992.

Schonberger, R. J. **World class manufacturing**. Simon and Schuster, 2008.

CAPÍTULO 6

MODELAGEM DE ENSINO REMOTO PARA AULAS DE PRÉ-CÁLCULO NA ENGENHARIA

Data de aceite: 01/04/2022
Data de submissão: 08/03/2022

Ubirajara Carnevale de Moraes
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo
http://lattes.cnpq.br/6677844495314239
https://orcid.org/0000-0003-1460-9661

Vera Lucia Antonio Azevedo
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo
http://lattes.cnpq.br/5575610397366319

RESUMO: O presente artigo tem por objetivo investigar como um Ambiente Virtual de Aprendizagem pôde ser organizado durante a pandemia para atender aos conteúdos de Matemática no Ensino Superior de forma a dar autonomia ao aluno, sem interromper seus estudos. Para tal, contextualizou-se a pandemia do novo Coronavírus (INSTITUTO BUTANTÃ, 2021; OPAS, 2020; VIEIRA & SILVA, 2020), bem como Ambiente Virtual de Aprendizagem (VELOSO & MILL, 2021; GAMA, 2014; MORAN, 2018), a Sala de Aula Invertida (TORI, 2020) e trilhas de aprendizagem (LIMA, 2019), por meio de pesquisa bibliográfica e documental. Ademais, apresenta-se a experiência dos autores na construção de um Ambiente de Aprendizagem Virtual, embasado na teoria da Sala de Aula Invertida, que foi idealizado para ser aplicado junto a turmas de pré-cálculo em uma instituição de Ensino Superior. Dentre os resultados obtidos, percebeu-se que o Ambiente Virtual de Aprendizagem auxilia no desenvolvimento de competências do aluno como a autonomia, responsabilidade, organização pessoal e dedicação. Além disso, mesmo alunos com problemas de aprendizagem beneficiam-se tanto das múltiplas atividades e circuitos propostos nas trilhas, como da atenção especial prestada pela equipe de professores e monitores que supervisionam e facilitam o processo nesse novo e rico espaço escolar.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino Remoto; Educação Matemática; Ensino nas Engenharias.

REMOTE TEACHING MODELING FOR PRECALCULUS CLASSES IN ENGINEERING

ABSTRACT: This paper aims to investigate how a Learning Virtual Environment could be organized during the pandemic to attend the Mathematics contents in Higher Education, fostering the autonomy of the students and preventing the interruption of the learning process. For this purpose, the Coronavirus pandemic was contextualized (INSTITUTO BUTANTÃ, 2021; OPAS, 2020; VIEIRA & SILVA, 2020) as well as Learning Virtual Environment (VELOSO & MILL, 2021; GAMA, 2014; MORAN, 2018), Flipped Classroom (TORI, 2020) and Learning Tracks (LIMA, 2019) through bibliographic research. Furthermore, an experience of the authors in the construction of a Virtual Learning Environment is presented, based on the Flipped Classroom Theory, which was designed to serve the pre-calculus classes in a Higher Education institution. Among the results obtained, it was noticed that

the Virtual Learning Environment helps in the development of student skills such as autonomy, responsibility, personal organization and dedication. In addition, even students with learning problems benefit both from the multiple activities and circuits proposed on the trails, as well as from the special attention provided by the team of teachers and monitors who supervise and facilitate the process in this new and rich school space.
KEYWORDS: Remote Teaching; Mathematics Education; Engineering Teaching.

1 I INTRODUÇÃO

Em 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi notificada sobre diversos casos de um tipo ainda não identificado de pneumonia na cidade de Wuhan (China). Essa doença respiratória, causada por um coronavírus, se espalhou rapidamente pelo mundo, caracterizando-a como uma pandemia, que é uma doença que se dissemina em diversos continentes, atingindo muitas pessoas (Instituto Butantan, 2021).

Em janeiro de 2020, a OMS declarou que o surto do novo coronavírus, já atingia dezenove países e continuava se espalhando. Um novo nome foi adotado para facilitar sua pronúncia e não estigmatizar nenhum país ou população. Assim, passou a ser chamado de Covid-19, um acrônimo formado por “Co” de corona, “vi” de vírus, e “d” representa “doença”, seguido pelo número 19 que indica o ano de seu surgimento.

Com o aumento diário de casos e a contaminação em diversos países e regiões do planeta, a OMS classificou como uma emergência de saúde pública de importância internacional (OPAS, 2020).

No Brasil, o primeiro caso ocorreu em fevereiro de 2020 e logo novos casos foram surgindo em todo o território nacional.

De acordo com Vieira e Silva (2020, 1044), o cenário da pandemia, exigiu do governo e órgãos de saúde, a adoção de medidas legais, oficialmente publicadas, como estratégia de conter a propagação da doença.

As autoridades governamentais brasileiras deram início à uma série de medidas legais e portarias que visavam regulamentar as práticas de ensino com a substituição das disciplinas presenciais, em andamento, por aulas que utilizassem meios e tecnologias de informação e comunicação (BRASIL, 2020).

O amparo dado pelo Decreto Lei 1044/69, de 21 de outubro de 1969, combinado com a Portaria MEC/GM nº 343, de 17 de março de 2020, que regulou de maneira especial os regimes a serem instituídos enquanto durar a situação de Pandemia do COVID-19, formalizaram a continuidade dos cursos presenciais nos meios virtuais.

Assim, a mudança repentina do ensino presencial e semipresencial para o remoto, exigiu das instituições de Ensino, uma adequação das aulas, materiais, atividades, avaliações, bem como uma nova sistemática para ensinar e aprender por parte de alunos e professores. Não havia alternativa, já que o distanciamento social e os períodos de quarentena tinham impacto direto na vida escolar do país.

Com isso, foi necessário à sociedade, de um modo geral, e à Universidade, de forma particular envolvendo o processo de ensino e aprendizagem, o desafio de uma adaptação e transformação dos modelos tradicionalmente usados (Organization for Economic Co-operation and Development, 2020), levando à adoção e à criação de novos modelos educacionais sustentados pelas tecnologias digitais e pautado nas metodologias da educação on-line (VIEIRA; SILVA, 2020).

Como o objetivo de proporcionar condições ao professor universitário, e no caso desta pesquisa, docente que leciona matemática nas primeiras etapas do curso de Engenharia, foi realizada a construção de um modelo utilizando um ambiente virtual, materiais disponíveis na Internet em conjunto com ferramentas e metodologias da tecnologia educacional.

Foi realizado um piloto com o intuito de criar um ambiente virtual utilizado por alunos e professores, permitindo observar estratégias que funcionaram adequadamente e outras que não surtiram um efeito satisfatório. Dessa forma, este artigo tem como objetivo, apresentar uma nova versão da modelagem de um ensino remoto para as aulas de Pré-Cálculo no Ensino da Engenharia, podendo ser adaptada para outros componentes curriculares.

2 I O AMBIENTE VIRTUAL DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Sempre que uma inovação surge na ceara dos educadores, é observado, de um lado certo deslumbramento com as possibilidades oferecidas e por outro, um clássico ceticismo quanto ao uso de recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem.

Sem dúvida, a participação tradicional do professor será sempre bem-vinda e necessária.

Mesmo usando um conjunto de recursos tecnológicos, há a necessidade de um educador que faça o planejamento, a organização, a articulação, a implementação, a avaliação e o refinamento para que os resultados positivos sejam alcançados a contento.

Assim, a Tecnologia Educacional é uma forma sistemática de utilizar recursos tecnológicos, em múltiplos meios, para a busca da eficiência do processo de Ensino e Aprendizagem.

Segundo Veloso e Mill (2021), juntamente a todas as modificações que têm acompanhado o rádio e a TV na contemporaneidade, surgem também novas linguagens e, consequentemente, novas potencialidades pedagógicas. Com isso, diversas são as experiências envolvendo a intersecção entre mídias de imagem e som, as novas tecnologias e o âmbito educacional.

Com o uso de recursos tecnológicos na Educação, emergem os Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem (AVA), um novo espaço escolar que pode ser um apoio ao ensino presencial ou uma alternativa em situações como a Pandemia, onde os alunos não puderam, por muito tempo, comparecer presencialmente às aulas. Outras situações podem

justificar o uso dos Ambientes Virtuais como uma licença médica, necessidade de reforço às aulas ou alunos com limitações físicas para se deslocar até a Universidade.

Nesse novo "habitat tecnológico", o conhecimento é construído com a participação ativa do aluno que encontra em um espaço alternativo à sala de aula, múltiplas possibilidades de leitura, audição, escrita, comunicação e interação. São inúmeros recursos disponíveis no Ambiente Virtual que de forma planejada e organizada pelo professor, podem desenvolver, cognitivamente, o aluno. Para Gama (2014, p.66), "O Ambiente Virtual permite praticar o ensino e aprendizagem, a partir de uma abordagem sociocultural, dialógica e de incentivo ao desenvolvimento da autonomia do próprio aluno".

Diante dessa possibilidade de usar os Ambientes Virtuais para levar materiais de estudo e atividades selecionadas pelo professor e que estão disponíveis tanto no AVA quanto no acervo da Internet, e ainda permitir a interação e comunicação entre os alunos e deles com o professor, surge a seguinte questão: como um Ambiente Virtual pode ser associado ao processo educacional no ensino da matemática em uma condição pandêmica em que os alunos estão geograficamente distantes da Universidade?

Assim, o presente estudo teve como objetivo geral, pesquisar como o Ambiente Virtual pôde ser organizado durante a pandemia aos conteúdos de Matemática no Ensino Superior de forma a dar autonomia ao aluno, sem interromper seus estudos.

Existem inúmeros tipos de Ambiente Virtual com diferentes características, alguns muito caros e outros gratuitos.

Um dos Ambientes Virtuais gratuitos, mais utilizado ao redor do mundo, é o Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) que além de possuir inúmeros recursos digitais disponíveis, tem código aberto e permite sua customização.

Todas essas características oferecem ao usuário do Moodle, a possibilidade de personalizá-lo e assim criar uma modelagem própria para cada situação de ensino, independente do grau escolar, do público-alvo e até das necessidades especiais de um ambiente inclusivo.

O uso da Ambiente Virtual pode levar a realização da aula presencial para o universo virtual, permitindo que o aluno que não pode comparecer à sala de aula, tenha contato com o conteúdo programático e participe de um processo de aprendizagem diferente do tradicional.

O professor, nesse caso, poderá sempre usar de sua criatividade e a capacidade ímpar de construir espaços adequados ao processo de ensino, aliás conquistado ao longo de sua prática docente, agora adaptada e modernizada pelo ensino remoto.

Nesse novo modelo, a separação física entre alunos e professores será amenizada por intermédio da criação de um novo modelo de ambiente interativo, amigável, responsivo, motivador, facilitador, estimulante, rico e diversificado em recursos tecnológicos para apoio ao aluno, enfim um espaço preparado para a realização da aula remota, voltada a permitir ao aluno do Século XXI, a continuidade de seus estudos.

Para Bacich e Moran (2018), os alunos têm grande facilidade de acesso à informação, participando de redes sociais e colaborativas com pessoas com as quais compartilham conhecimentos, valores, práticas e descobertas.

Neste projeto, foi utilizado o Ambiente Virtual Moodle com modelagem voltada ao ensino da Matemática do Ensino Superior da Engenharia, contando com o acesso ao acervo selecionado da Internet (links e vídeos), customização de ferramentas e recursos de comunicação/interação do próprio Ambiente, bem como o uso da biblioteca virtual da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

O crescente interesse do aluno universitário em seu cotidiano pela tecnologia favorece a adoção pelo uso de Ambientes Virtuais nas aulas, especialmente no período da pandemia, permitindo seu contato com as aulas, colegas, professores e suprimindo suas necessidades para o acompanhamento escolar.

3 | MODELAGEM DO AMBIENTE VIRTUAL

Para a organização do Ambiente Virtual foi constituída uma equipe multidisciplinar com o intuito de personalizar o Moodle de forma a atender o aluno remotamente e ao mesmo tempo permitir ao professor usar esse novo espaço e o protagonismo do aluno para a realização das aulas remotas.

A equipe era constituída pela coordenadora de Matemática da Universidade Presbiteriana Mackenzie, uma pedagoga, um professor especialista no uso educacional do Ambiente Virtual Moodle e alunos monitores que cursavam licenciatura em matemática na mesma Universidade. Todos participaram de reuniões antes do início do projeto e uma capacitação sobre o uso do Moodle e sobre a metodologia *Flipped Classroom* (sala de aula invertida), ambas para discussão sobre o modelo idealizado.

Apesar da Sala de Aula Invertida ser muito utilizada no Ensino Híbrido, conforme afirma Tori (2009), como sendo dois ambientes de aprendizagem que historicamente se desenvolveram de maneira separada, a tradicional sala de aula presencial e o moderno Ambiente Virtual que vêm se descobrindo mutuamente complementares, agora será realizada totalmente on-line, sem a presencialidade, mas com o mesmo efeito e a possibilidade dos alunos terem acesso ao conteúdo antes do encontro síncrono com o professor.

Mas para isso, é necessário que haja um estudo elaborado pelo professor, semana a semana, do que será abordado nas aulas remotas para a consequente elaboração do planejamento de atividades no Ambiente Virtual.

Os recursos tecnológicos foram escolhidos pelo professor com objetivos pedagógicos bem definidos e no momento oportuno em cada aula. Foram também definidos, o papel do aluno e do professor em uma abordagem de Metodologia Ativa, ou seja, o aluno assumindo o protagonismo do processo e colocando em prática, outras habilidades como afirma

Lovato et al (2018) como a iniciativa, a criatividade, a criticidade reflexiva, a capacidade de autoavaliação e a cooperação para se trabalhar em equipe.

Os conteúdos matemáticos que foram explorados no projeto foram: Conjuntos numéricos; Regras de potenciação; Produtos notáveis e fatoração; Equação e inequação; Funções e representação gráfica; Funções Exponenciais e logarítmicas; Trigonometria; Transformação trigonométrica; Matrizes e Determinantes, e Sistemas lineares.

A intenção em oferecer um reforço nesses tópicos foi fortalecer conceitos matemáticos, muito importantes para dar base aos universitários na aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral.

No ambiente virtual Moodle, disposto em abas (Figura 1), o projeto foi estruturado em dez semanas, permitindo a fácil localização dos temas da matemática, por parte do corpo discente.

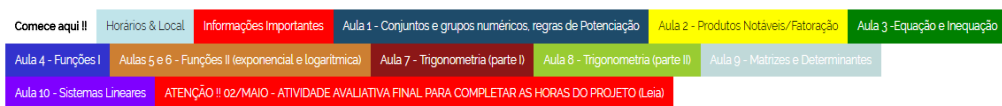



FIGURA 1 – Dez semanas no Ambiente Virtual.

Fonte: próprio autor.

O aluno recebe o acolhimento e faz a ambientação do Ambiente Virtual, uma semana antes para que compreenda a sistemática adotada, bem como o teste de acessos e resolução de pendências junto à equipe que conduzirá o projeto durante as aulas.

Porém, para o professor, ainda resta o desafio de organizar o Ambiente Virtual de forma que permita ao aluno navegar em um ensino remoto com inúmeras possibilidades de ferramentas e recursos, mas com a meta de levá-lo à obtenção de conhecimento, colocando-o no centro do processo de aprendizagem.

Para tanto, o professor organizou previamente as atividades idealizadas para cada semana com o intuito de que o aluno desenvolva as tarefas previstas e o próprio Ambiente Virtual poderá conduzi-lo à semana seguinte ou voltar no ponto necessário até conseguir ser promovido para o próximo tópico, lembrando que os tópicos já foram definidos pela professora de matemática como fundamentais para os estudos de Cálculo no Ensino Superior.

A essa organização idealizada pelo professor que estrutura o caminho que o aluno irá trilhar remotamente, foi denominada “trilha de aprendizagem”.

Para Lopes e Lima (2019), a definição de trilha pode assumir, de forma literal, como um caminho estreito ou um vestígio deixado no lugar por onde se passa e, de forma, figurada como um caminho a ser seguido, trajeto, itinerário ou mesmo, “o conjunto de passos, e procedimentos, uma receita” (p. 172).

Como se trata de uma trilha voltada à aprendizagem, pode ser considerada como um caminho ou modelo a ser seguido para aprender. A trilha representa a intenção do professor no sentido do ensinar e, para o aluno, a sequência de passos idealizados por esse professor para que ele possa seguir independente, de acordo com seu desempenho, para buscar o conhecimento.

A ideia de construir trilhas em um ambiente virtual, permite que o aluno tenha um modelo a orientá-lo, especialmente no momento em que o ensino é remoto e o afasta da aula tradicional, local onde o professor articula o horário da aula, mesclando conteúdos teóricos, exercícios, atividades de fixação e interações entre os participantes.

Assim, em cada semana, o aluno é norteado por intermédio de uma trilha de aprendizagem diferente que o auxilia a estudar, tirar suas dúvidas, obter mais segurança e fluência matemática naquele fundamento imprescindível ao estudo do Cálculo. Os obstáculos a serem vencidos, podem ser revistos nas trilhas subsequentes refazendo atividades que possam lhe ajudar em seu fortalecimento matemático.

Inúmeras são as possibilidades de montagem de uma “trilha de aprendizagem” que pode contar com estações contendo atividades remotas que oferecem ao aluno:

- Leitura de material teórico disponível em e-book da biblioteca virtual da Universidade ou site da Internet previamente avaliado pelo professor;
- Podcasts do professor que destaca conceitos importantes naquele assunto;
- Exemplos com exercícios resolvidos no e-book da biblioteca virtual ou YouTube;
- Atividade com exercícios propostos no e-book da biblioteca virtual ou YouTube;
- Fórum de dúvidas em cada tópico;
- Videoaula gravada disponíveis na Internet previamente avaliada pelo professor;
- Aula on-line remota com o professor (síncrono);
- Videoconferência com os alunos monitores (síncrono);
- Atividades lúdicas digitais, tais como jogo de memória, caça palavras, preencher lacunas, questionários de múltipla escolha, entre outras.

Os alunos que apresentarem dificuldade com problemas de aprendizagem e até mesmo aqueles que estão com os conteúdos escolares anteriores defasados, permanecerão na trilha, contando com novas atividades e conteúdos programados para isso, e serão encaminhados à estação dos alunos monitores (plantão) que mesmo remotamente, poderão auxiliar esse contingente, de forma mais próxima.

Os alunos monitores que previamente resolviam todos os exercícios e montavam gabaritos das atividades, garantindo estar aptos a atender os alunos que precisavam de maior atenção, representam uma estação de plantão diferenciada, pois além do conhecimento em Matemática mais consolidado, também proporcionavam um diálogo

eficiente por pertencer à mesma geração dos estudantes.

Essa estação “plantão de monitores” funciona como uma videoconferência aberta com horários definidos, onde os alunos tiram suas dúvidas com toda a equipe, mas que também participam na solução de problemas matemáticos em conjunto com seus colegas, chegando a resolver exercícios sem a intervenção dos monitores e até explicando a solução para seus colegas de turma. Essa ação promoveria a reflexão e troca de soluções aos problemas enfrentados, oferecendo a possibilidade de os alunos ajudarem seus próprios pares.

4 I TRILHA DE APRENDIZAGEM NO AMBIENTE VIRTUAL

Para cada aba do Ambiente Virtual, o aluno encontra uma trilha diferente (Figura 3) definida pelo professor e abordando os conceitos necessários para o assunto da semana que será desenvolvido remotamente.

Assim, por exemplo, na aba da semana sobre “Equações”, o aluno encontra um circuito de ações idealizadas pelo professor do componente curricular e que levariam o aluno a interagir com o material didático, atividades lúdicas como exercícios (Hotpotatoes, JClic, Socrative, Khoot, Mentimeter, Simulados on-line, Padlet, Docs compartilhados, questionários Moodle, entre outros) e atividades tradicionais (como exercícios do e-book), encontros on-line com professor e com monitores, e avalições síncronas em uma a abordagem formativa que sinalizam, ao longo dos circuitos, como o aluno está reagindo às avaliações e interações com aquele conteúdo abordado.

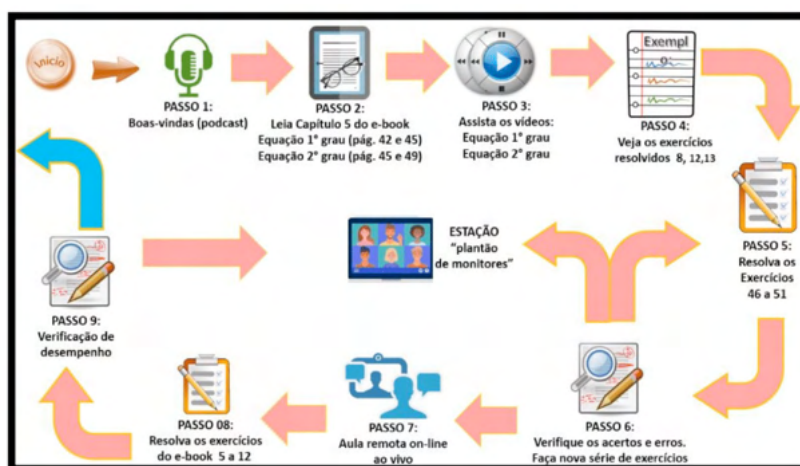



FIGURA 2 – Trilha de Equações.

Fonte: próprio autor.

Em todas as trilhas do projeto, a metodologia da “sala de aula invertida” está

presente, já que o aluno tem contato com o determinado conteúdo e de forma variada (texto, exercícios resolvidos e exercícios propostos e vídeo) para depois interagir com o professor na aula ao vivo, síncrona e remota.

Ao final do circuito, o aluno novamente realiza exercícios de aprofundamento sobre o tema e poderá recorrer ao plantão de monitores.

Os resultados em cada circuito realizado pelo aluno podem trazer informações valiosas ao professor.

Para Silva (2006),

> A avaliação da aprendizagem na sala de aula online requer rupturas com o modelo tradicional de avaliação historicamente cristalizado na sala de aula presencial. Se o professor não quiser subutilizar as potencialidades próprias do digital online, ou se não quiser repetir os mesmos equívocos da avaliação tradicional, terá de buscar novas posturas, novas estratégias de engajamento no contexto mesmo da docência e da aprendizagem e aí redimensionar suas práticas de avaliar a aprendizagem e sua própria atuação (SILVA, 2006, p. 23).

Assim, o professor tem acesso ao desempenho dos alunos e aos resultados das atividades e avaliações realizadas em cada circuito, podendo agir de forma investigativa, de interpretação e de reação para a próxima trilha e com intervenções em sua próxima aula remota.

Para Bianchi (2021, p. 12), essa preocupação e observância do professor sobre o desempenho dos alunos nas trilhas de aprendizagem tem a finalidade de orientação para que possam ser feitos ajustes (nas próximas trilhas e em sua prática docente) para converter possíveis dificuldades dos alunos em momentos de aprendizagem.

Ao final da trilha da semana, os alunos caminham para a próxima trilha em uma espiral de aprendizagem, já que o conjunto das trilhas definidas, compõe os conceitos necessários para se trabalhar com o futuro Cálculo Diferencial e Integral.

Segundo Valente (2005, p. 12) em toda espiral há um ponto inicial, aqui representado pelo conhecimento do aluno ao ingressar no Ensino Superior e um ponto final, muitas vezes inatingível, mas que mantém “a espiral de aprendizagem em ação produzindo crescentes níveis de compreensão e de aprendizagem”.

A meta desejada é construir trilhas de aprendizagem, compostas pelos pré-requisitos matemáticos e conceitos necessários ao acompanhamento do Cálculo. Essa espiral usada na realização das aulas remotas, utilizará o ambiente virtual de acordo com o modelo apresentado.

Para o presente projeto, a espiral de aprendizagem pode ser representada como indicado na figura 3:

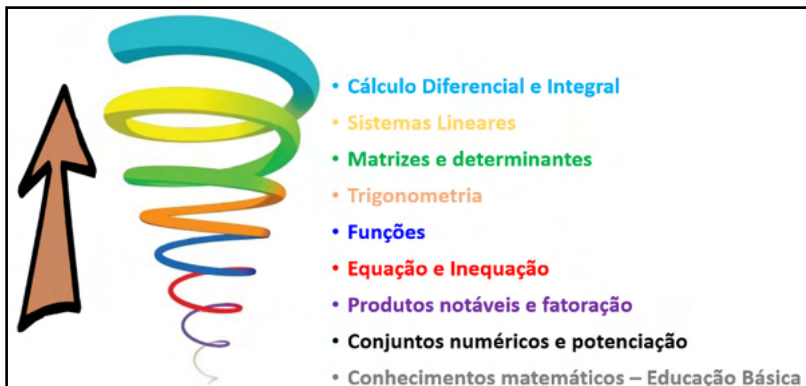



FIGURA 3: Espiral de aprendizagem do Pré-cálculo no Ambiente Virtual.

Fonte: Adaptado de https://adriancahill.com/wp-content/uploads/2016/06/Spiral-Dynamics.jpeg.

As trilhas de aprendizagem variam semana para semana, dependendo de seu conteúdo, da complexidade do tema e dos recursos usados. O conteúdo que exige um número maior de atividades apresentará uma trilha de aprendizagem com maior detalhamento, assim como encontramos também situações com poucas atividades, mas sempre com a realização da aula remota on-line síncrona e da estação on-line de monitores.

Após realizar todas as trilhas, em circuitos diferentes, de acordo com seus conhecimentos e desempenho, o aluno teve contato com todos os fundamentos necessários para acompanhar as aulas do componente curricular de Cálculo Diferencial e Integral I do curso de Engenharia.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ensino remoto, mais do que nunca, o aluno deve tornar-se o protagonista central. Suas ações no Ambiente virtual permitem o desenvolvimento de competências, como autonomia nos estudos, responsabilidade, organização pessoal e dedicação ao conhecimento. O professor atua como orientador, supervisor e facilitador do processo e pode empreender sua experiência docente na organização do Ambiente Virtual, um novo e rico espaço escolar.

Alunos com problemas de aprendizagem ou defasados pela falta de fundamentos não vistos anteriormente, precisam de uma atenção especial, especialmente por ainda não terem alcançado sua autonomia no processo de aprendizagem. As múltiplas atividades e circuitos realizados por esse contingente nesse modelo para o Ambiente Virtual poderão auxiliar em seu futuro acompanhamento das aulas de Cálculo no ensino superior, bem como pode ser adaptado para outros componentes curriculares da Engenharia.

REFERÊNCIAS

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BIANCHI, P. C. F. **Avaliação em processos de aprendizagem na Educação a Distância**. São Carlos : SEaD-UFSCar, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 544/2020**. Brasil: Conselho Nacional de Educação, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-544-de-16-de%20junho-de-2020-261924872>. Acesso em 02 jul. 2021.

GAMA, A. M. **Ambiente virtual de aprendizagem no contexto presencial do ensino médio**: indícios de autonomia na escrita via estratégias de aprendizagem. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/MGSS-9PRQ9K>. Acesso em: 24 jul. 2021.

GLASSER, W. **Control theory in the classroom**. New York: Perennial Library, 1986.

INSTITUTO BUTANTAN. **Entenda o que é uma pandemia e as diferenças entre surto, epidemia e endemia**. Disponível em: <https://butantan.gov.br/covid/butantan-tira-duvida/tira-duvida-noticias/entenda-o-que-e-uma-pandemia-e-as-diferencas-entre-surto-epidemia-e-endemia>. Acesso em: 03 jul. 2021.

LOPES, P. LIMA, G. A. **Estratégias de Organização, Representação e Gestão de Trilhas de Aprendizagem**: uma revisão sistemática de literatura. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pci/a/9sY8wHY966VgpqJppyLT5Md/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 jul. 2021.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI A.; SILVA, C. B.; LORETTO, E. L.S. **Metodologias Ativas de Aprendizagem**: Uma Breve Revisão. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327924688_Metodologias_Ativas_de_Aprendizagem_Uma_Breve_Revisao>. Acesso em: 20 jul. 2021.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Supporting the continuation of teaching and learning during the COVID-19 Pandemic**: Annotated resources for online learning. Paris: OECD Publishing. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/Supporting-the-continuation-of-teaching-and-learning-during-the-COVID-19-pandemic.pdf >. Acesso em: 12 jul. 2021.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Folha informativa sobre COVID-19**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19>. Acesso em: 02 jul. 2021.

SILVA, M. O fundamento comunicacional da avaliação da aprendizagem na sala de aula online. In: SILVA, M.; SANTOS, E. (Orgs.). **Avaliação da aprendizagem em educação online**. São Paulo: Loyola, 2006.

SILVA, I. P. **Estilos de aprendizagem e materiais didáticos digitais nos cursos de licenciatura em matemática a distância**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.

TORI, R. Cursos híbridos ou blended learning. In: LITTO, Frederic Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel (Orgs.). **Educação a Distância**: o estado da arte. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

VALENTE, J. A. **A espiral da espiral de aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. Disponível em: < http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/284458/1/Valente_JoseArmando_LD.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2021.

VELOSO, B.; MILL, D. **Linguagem da TV e da rádio na educação**. São Carlos: SEaD-UFSCar, 2021.

VIEIRA, M. F.; SILVA, C. M. S. **A Educação no contexto da pandemia de COVID-19**: uma revisão sistemática de literatura. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/v28p1013>. Acesso em 02 jul. 2021.

CAPÍTULO 7

APLICACIÓN NORMATIVA EN EL DESARROLLO DE PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO PARA TAREAS DE LIMPIEZA DE LADERA DE CERRO EN OBRA HIDRÁULICA

Data de aceite: 01/04/2022

Francisco Santiago Ruiz
Universidad Nacional de Santiago del Estero - Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías
Provincia de Santiago del Estero, Ciudad Capital, Argentina
http://sistemasfce.unse.edu.ar/cvdocentes/adjuntos/curriculums/RUIZ_FRANCISCOSANTIAGO.pdf

RESUMEN: El objetivo principal es el de proponer pautas de trabajo seguro para la realización de la limpieza de escombros y piedras de tamaños diversos, en riesgo de desprendimiento, de las laderas de cerro de ambas márgenes del río Albigasta, en la localidad de El Bolsón, Provincia de Catamarca, desde alturas aproximadas a los 40 metros y a través del uso de un sistema anticaídas. Se procede en primera medida a realizar un análisis de las instalaciones existentes y a verificar las mismas a través de cálculos básicos de ingeniería, luego se procede a investigar aspectos relacionados con la normativa legal y técnica existente que rigen este tipo de tareas, dando como resultado elementos como la Normas IRAM 3622-1: Protección individual contra caídas en altura. Parte 1: Sistema anticaídas, Normas IRAM 3626: Protección individual contra caídas en altura: Dispositivos de anclaje. Requisitos y métodos de ensayo, Normas IRAM 3605-1: Dispositivos de seguridad individual para protección de personas en caída de altura. Requisitos, Decreto Nº 911/96, Seguridad en la Construcción, etc. A través del análisis de la normativa legal y técnica mencionada se logró formar una base de conocimiento suficiente para desarrollar y proponer el Procedimiento De Trabajo Seguro De Limpieza De Ladera De Cerro que se organizaría con las siguientes etapas: - Cálculo y verificación de Instalaciones de Trabajo: Definición de método de trabajo normalizado. Distribución y Punto de anclaje de línea de vida. - Especificación y Selección de Equipos de Trabajo y E.P.P.s.: Especificaciones técnicas. Ensayo y Control de los componentes del sistema anticaídas. - Capacitación y Preparación de Recursos Humanos: Procedimiento de trabajo seguro. Capacitación del Personal. Permisos de trabajo en altura.

PALABRAS CLAVE: Normalización; Organización del trabajo; Procedimientos de trabajo; Protecciones individuales; Prevención de riesgos laborales.

REGULATORY APPLICATION IN THE DEVELOPMENT OF A SAFE WORK PROCEDURE FOR CLEANING TASKS ON THE HILLSIDE IN HYDRAULIC WORKS

ABSTRACT: The main objective is to propose safe work guidelines for the cleaning of rubble and stones of various sizes, at risk of detachment, from the hillsides of both banks of the Albigasta River, in the town of El Bolsón, Province from Catamarca, from heights of approximately 40 meters and through the use of a fall arrest system. The first step is to carry out an analysis of the existing facilities and verify them through basic engineering calculations, then proceed to investigate aspects related to the existing

legal and technical regulations that govern this type of task, resulting in elements such as IRAM 3622-1 Standards: Individual protection against falls from a height. Part 1: Fall arrest system, IRAM 3626 Standards: Individual protection against falls from height: Anchor devices. Requirements and test methods, IRAM 3605-1 Standards: Individual safety devices for the protection of people falling from a height. Requirements, Decree No. 911/96, Construction Safety, etc. Through the analysis of the aforementioned legal and technical regulations, it was possible to form a sufficient knowledge base to develop and propose the Hillside Cleaning Safe Work Procedure that would be organized with the following stages: - Calculation and verification of Work Facilities: Definition of standardized work method. Distribution and anchor point of lifeline. - Specification and Selection of Work Teams and P.P.s .: Technical specifications. Testing and Control of the components of the fall arrest system. - Training and Preparation of Human Resources: Safe work procedure. Staff training. Work permits at height.
KEYWORDS: Standardization; Work organization; Work procedures; Individual protections; Prevention of occupational hazards.

INTRODUCCIÓN

Se busca proponer pautas para el desarrollo de las diferentes tareas relacionadas con este trabajo en particular en forma segura, teniendo en cuenta los distintos riesgos asociados, y particularmente el riesgo de caída desde altura, para la realización de la limpieza de escombros y piedras de tamaños diversos, en riesgo de desprendimiento, de ladera de cerro de ambas márgenes del río, en la localidad de EL Bolsón en la provincia de Catamarca (Argentina), desde alturas aproximadas a los 40 metros, donde se está construyendo una presa hidráulica. Este trabajo involucra para su realización el uso de un sistema anticaídas.

A través de la investigación de la normativa legal y técnica existente en el país que están relacionadas y rigen este tipo de tareas se logra formar una base de conocimiento suficiente para:

1. Analizar las condiciones de las instalaciones existentes donde se va a desarrollar el trabajo y proceder a verificar las mismas a través de consideraciones y cálculos básicos de ingeniería.

2. Desarrollar y proponer el Procedimiento De Trabajo Seguro De Limpieza De Ladera De Cerro que se organizaría en diferentes etapas, teniendo en cuenta que para controlar los riesgos durante la ejecución de los trabajos a realizar, mencionados arriba, es esencial disponer de un procedimiento que regule la concesión de permisos de trabajo. El objeto de este procedimiento es controlar el trabajo que se va a llevar a cabo, definiendo:

- La actividad a realizar.
- Las responsabilidades.
- Medidas de protección y precauciones necesarias.

- Pruebas e inspecciones para comprobar que el trabajo ha sido bien realizado.

3. También se procede a especificar, a través de esta aplicación normativa, y establecer los requisitos y pruebas que deben cumplir los diferentes componentes del sistema anticaídas a utilizar, como ser: cinturones de seguridad, arneses, líneas de sujeción y líneas de vida, que se adquieran.

Aspectos normativos legales y técnicos

Para este tipo de tareas rigen las siguientes normas legales y técnicas

1. Normas IRAM 3622-1: Protección individual contra caídas en altura. Parte 1 . Sistema anticaídas.

2. Normas IRAM 3622-2: Protección individual contra caídas en altura. Parte 2. Sistemas de sujeción y posicionamiento.

3. Normas IRAM 3626: Protección individual contra caídas en altura: Dispositivos de anclaje. Requisitos y métodos de ensayo. Esta norma establece requisitos y métodos de ensayo de los dispositivos de anclaje destinados exclusivamente a ser utilizados con los equipos de protección personal contra caídas de altura.

4. Normas IRAM 3605-1: Dispositivos de seguridad individual para protección de personas en caída de altura. Requisitos y Métodos de ensayo. Establece los requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos de protección individual contra caídas de altura al que deben estar fijado el respectivo arnes anticaidas.

5. Decreto 911 de Seguridad en la Construcción.

6. Decreto 351 Reglamentario de Ley Nacional 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

7. Resolución SRT 1642/2009,elemento legal que establece entre otras cosas la implementación par determinados tipos de tareas de un “Permiso de Trabajo Seguro,” instrumentado en el Anexo I de la presente resolución, el que deberá ser confeccionado en forma previa al inicio de las tareas.

METODOLOGÍA

Requisitos Generales del Trabajo

La operación de limpieza del cerro estará a cargo de personal de la propia empresa constructora de la presa, y el trabajo se realizará desde alturas de 40 metros, por lo que se requiere de equipos de descenso. También resulta importante establecer que se desprende de la normativa analizada que, previo a que las tareas sean efectuadas debe ser confeccionado un Permiso de Trabajo en Altura, el cual podrá garantizar a todo el personal la inspección del área de trabajo, elementos de protección personal, responsabilidades durante la ejecución, firma de los responsables del sector, etc.

En primera instancia se realizara la selección del **sistema anticaídas** adecuado,

para lo cual deben considerarse sus características de diseño y de comportamiento en caso de caída, la presencia de obstáculos en las proximidades, la libertad de movimientos requerida por el trabajador para la ejecución de la tarea y la situación del punto de anclaje.

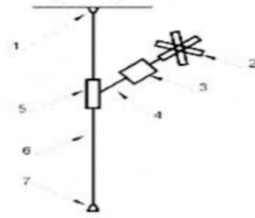
Un sistema anticaídas es un equipo de protección individual contra las caídas de altura que consta de un arnés anticaídas y de un subsistema de conexión fijado a un dispositivo anticaídas o a un punto de anclaje destinado a detener las caídas de altura (IRAM 3622-1).

Línea de anclaje flexible es aquella que no es rígida y puede ser una cuerda de fibra sintética con características equivalentes a las de la fibra poliamida o poliéster o un cable de acero que se fija en un punto de anclaje superior. (IRAM 3622-1).

Punto de anclaje. parte no integrante del sistema anticaídas que permite el enganche del elemento de amarre o dispositivo anticaídas (sobre pared, viga, barra, etc.), que es capaz de resistir los esfuerzos en una eventual caída del usuario.(IRAM 3622-1).

Luego se procederá a realizar una descripción y análisis cualitativo de las estructuras relacionadas con los puntos de anclaje ya existentes en la obra.

Análisis del tipo de Sistema Anticaídas propuesto en la Norma IRAM 3622-1

El tipo de sistema anticaídas a utilizar para la realización de las tareas descriptas, de acuerdo a las características de esta obra hidráulica, corresponde el tipo indicado en el apartado 4.4 de la Norma IRAM 3622-1 denominado**: Sistemas anticaídas con dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible.**

Se observa entonces que el equipo estará conformado por una línea de anclaje flexible y un dispositivo anticaídas deslizante con bloqueo automático que está unido a la línea de anclaje flexible. Dicha línea de anclaje flexible puede ser una cuerda de fibras sintéticas o un cable metálico y se fija a un punto de anclaje superior. El amortiguador de caídas puede incorporarse ya sea al dispositivo anticaída deslizante, al elemento de amarre o a la línea de anclaje.

Propuesta de componentes para el Sistema Anticaídas analizado

En función del tipo de sistema anticaídas deslizante sobre anclaje flexible, que nos propone la normativa como el adecuado para este tipo de trabajo, y de las características particulares que posee el sector de trabajo, se realiza una primera descripción específica de los componentes del sistema:

1.- Punto de anclaje conformado por barreno de 3 pulgadas y profundidad de 2.70 mts empotrados en pilar de hormigón armado de 0.80 x 0.80 y una línea de vida horizontal de cable de acero de 3/4".

2.- Arnés anticaídas integral con cinturón y anclaje de sujeción anticaída ventral esternal y lumbar, con musleras acolchadas.

3.- En este caso, no se utilizará amortiguador de caídas, sino solamente una cinta de línea de vida, debido a que la línea de anclaje flexible es una cuerda que tiene propiedades elásticas que amortiguarán la caída.

4.- Cabo de anclaje sin absorbedor de energía, cinta de línea de vida.

5.- Anticaída móvil equipado de un mosquetón de rosca · bloqueo automático ó manual · peso: 980 grs. · doble seguridad · disponible versión con cincha · conforme a la norma EN353-2 CE

6.- Línea de anclaje flexible compuesto por:

- Mosquetón automático de acero, cierre de doble bloqueo **-abertura: 50 mm -peso: 510 gramos -resistencia >450 daN** conforme a la norma EN362 CE.

- Cuerda trenzada de poliamida de 14 mm de diámetro de mantenimiento ajustable, longitud máxima: 40 metros conforme a la norma EN354 CE.

También de acuerdo al análisis normativo, particularizado para las características de esta obra, se establece que en estos taludes, de acuerdo a su grado de inclinación o tipo de superficie, los operarios que trabajen en ellos deberán estar en constante suspensión del sistema de seguridad. Por esta razón los sistemas de seguridad estarán duplicados como en el caso de los trabajos de suspensión continua (**con doble sistema de cuerda y doble sistema de anclajes para cada cuerda).** Los taludes que entran en esta categoría son los que tienen una inclinación que va desde los 40º, 45º hasta los 90º.

Diseño de Puntos de Anclaje

Los puntos de anclaje son una parte no integrante del sistema anticaídas que permite el enganche del elemento de amarre o dispositivo anticaídas sobre pared, viga barra etc., que es capaz de resistir los esfuerzos de una eventual caída del usuario.

En esta obra se observa que habían sido construidos en la parte superior de la ladera del cerro, en el sector donde se debían realizar los trabajos de limpieza, un conjunto de estructuras. Específicamente, cubos de hormigón armado de 0.80 m x 0.80 y en cuyo interior y como eje del mismo se haya empotrado un barreno metálico incrustado a 2.70 metros de profundidad en la roca. Tras apreciar la resistencia de los materiales y la estructura, se decide utilizarlos como anclaje. Se dispondrán de puntos de anclaje separados como máximo por una distancia de 10 metros.

Cada punto de anclaje deberá soportar 20 KN por trabajador, esto equivale a 2.124 kilogramos.

A estos puntos de anclaje se fijará una **línea de anclaje flexible** (Norma Iram 3622-1), que es aquella que no es rígida y puede ser una cuerda de fibra sintética con

Características equivalentes a las de fibra poliamida o poliéster o un cable de acero que se fija en un punto de anclaje superior. En este caso se utilizó cable de acero de 3/4" de diámetro exterior.

Foto de un Punto de Anclaje.

Características del Punto de Anclaje existente

- Superficie de contacto de 0.80mts x 0.80 mts
- Base compuesta por 4 hierros N°25 incrustado a 0.60 mts
- Barreno de 3 pulgadas incrustado a 2.70 mts de profundidad
- 2 Estribos con hierro de N° 6
- Bloque de hormigón de 0.80 mts x 0.80 mts

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las verificaciones realizadas, cuyo planteo se detallan a continuación, permiten comprobar que los componentes del sistema anticaídas en cuestión son capaces de superar satisfactoriamente las comprobaciones de resistencia establecidas por la normativa específica y que se menciona en cada análisis que se realiza.

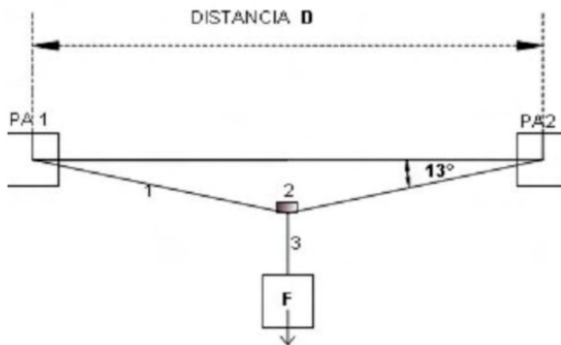
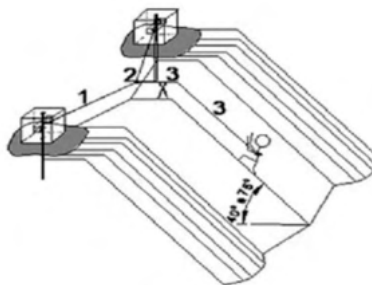



Diagrama de Fuerzas.

Esquema del Sistema de Trabajo.

Punto de Anclaje

Descripción del sistema de anclaje

El punto de anclaje está compuesto por una barra de acero de sección anular de 2" de diámetro, barra: segmento de barra de extensión Sandvick t 45 - mf 7737 -70, (punto de anclaje), la cual se encuentra empotrada a una profundidad de 2.70 mts en la roca natural, perforada la roca y empotrada la barra con lechada cementicia , la misma es de 1, 3/4 " , se encuentra en el centro del bloque de hormigón que posee 0.80 mts x 0.80 mts vinculado a 4 hierros n° 25 con empotrado de 0.60 mts en la roca con el mismo sistema que la barra principal y amurados con pie de hierro n° 6 .

Diámetro interno de la barra: 5,08 cm

Diámetro externo de la barra: 1,68 cm

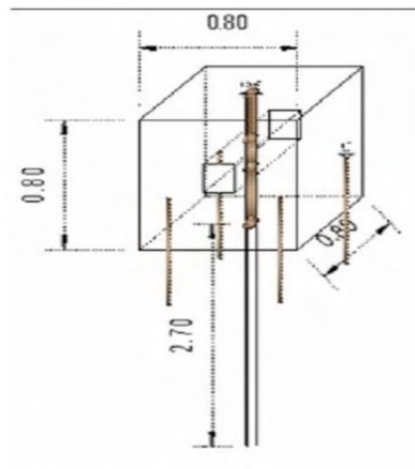
Área de Barra (S): 18,25 cm2

Considerando el tipo de estructura en la cual se encuentra empotrada la barra, el cual sujeta a la misma en ambos extremos dejando un canal prismático para acceder a la misma, se tendrán entonces dos secciones para el cálculo de resistencia de la barra.

$2 \times S = 2 \times 18{,}25\ cm^2 = 36{,}49\ cm^2$

Resistencia al corte del Acero (t c)

Valor de diseño característico de cada material. A partir del valor más bajo (600 kg/cm^2), en este valor la barra comienza a sufrir deformación pudiendo llegar al corte en algunos casos.

Fuerza al corte que resiste la barra

Representación gráfica de la estructura de anclaje.

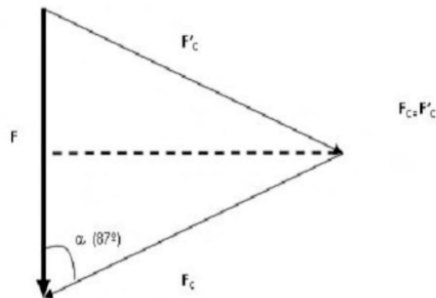
Verificación

Considerando el tipo de estructura y de acuerdo a lo estipulado en la Norma IRAM 3626-4.2.2, el dispositivo de anclaje deberá resistir una fuerza de 10 KN, y si además se toma en cuenta que para este tipo de dispositivo de anclaje según IRAM 3626-4.2.3.b, la resistencia estática de todos los componentes del mismo deben soportar una fuerza igual a 2 veces la carga admisible, se tomará como *fuerza* para el cálculo de la verificación de la sección del caño de soporte del anclaje:

F = 20 KN = 2039,4 KGf

tR = F / 2*S = 2039,4 KGf / 2*18,25 cm2 = 55,88 KGf/cm2

Se verifica entonces que la estructura de anclaje resistirá el esfuerzo a que será sometida: **tR < tc**

Considerando que se utilizará un sistema anticaídas del tipo con anclaje flexible, consistente en una cable de acero, se recalcula el esfuerzo de corte al que será sometido el punto de anclaje, teniendo en cuenta el cálculo de la carga en función de los ángulos existentes y de la situación más desfavorable para el sistema que se considera cuando la mayor distancia entre puntos de anclaje se encuentre a D=29metros.

Descomposición de la fuerza actuante.

Cálculo de $\mathbf{F_c}$ **:**

tg a = cat.opuesto / cat.adyac. = 19,5 mts. / 1mt. = 19,5

a = arctg 19,5 = 87º

cos a = (F/2)/Fc entonces Fc = (F/2)/cos alfa = 10 KN / cos 87º

Fc = 192,3 KN = 19608,83 KGf

Cálculo de tR':

tR' = Fc / 2 x S = 19608,83 KGf / 2 x 18,25 cm2 = 537,22 KGf/cm2

En función de los valores obtenidos se verificó entonces que la estructura de anclaje es apta y resistirá el esfuerzo en las condiciones más desfavorables de trabajo a que será sometida: **tR' < tc**

Por otro lado, en cuanto a la línea de anclaje flexible la misma estará compuesta como se propone en el procedimiento de trabajo seguro, por un cable de acero de las siguientes características técnicas:

"Estructura de 6x19 con alma de acero, que para un diámetro de ***19 mm*** *(3/4") como el propuesto, soporta una carga de trabajo de 23.700 KGf y posee una carga mínima de ruptura (**CMR**) de 180 KG/mm2"*

Estos valores característicos del cable son mayores que la carga a aplicar en el caso más desfavorable que es 19.608,83 KGf, la que producirá un esfuerzo de tracción sobre el cable **σ t** = 19.608,83 Kgf / (3,14 * 9,5 mm2) = 70 KGf / mm2

Este valor es menor que la CMR del cable. **σ t** < ***CMR***

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Todos los componentes del sistema superan ampliamente la comprobación realizada (y expuesta bajo el subtítulo de verificación), frente a las diferentes exigencias de carga y considerando las especificaciones de coeficientes y disposiciones establecidas por las normativas mencionadas.

CONCLUSIONES

En la obra hidráulica de referencia, se desarrolló un procedimiento de trabajo seguro, el cual contaba con las siguientes etapas:

1) Verificación y cálculo de las instalaciones y elementos para trabajos en altura.

- Definición del método de trabajo normalizado (tipo de punto de anclaje).
- Distribución de línea de vida.
- Punto de anclaje de línea de vida.
- Sostenimiento de línea de vida.
- Cálculo de verificación de las instalaciones a utilizar.

2) Especificación Técnica y Normalización de equipos de trabajo y EPP.

Equipos de trabajo en altura y elementos de seguridad a utilizar:

- -Líneas de vida Horizontales. Línea de anclaje flexible.

Las líneas de vida horizontales deben ser metálicas de (3/4") conectada como mínimo a dos anclajes que deben ser capaces de soportar una carga muerta de 2.124 kg por cada anclaje instalado por trabajador, aplicada en el centro de la línea y con amortiguador.

Especificaciones que debe cumplir el arnés de cuerpo completo:

- Cuerda de material sintético.
- Hebillas.

- Anillos tipo “D”, “O” y Oval.
- Ganchos de seguridad y mosquetones.
- Elemento contra caída o elemento de detención de caída de tipo corredizo.
- Elementos de Protección Personal EPP.
    - **3)** Diseño y preparación de recursos humanos.
- Recomendaciones de Trabajo Seguro.
- Capacitación del personal. Programa de capacitación específico.
- Registro de permiso de trabajo seguro en altura (Resolución SRT 1642/2009), en este elemento legal se estipula, entre otras cosas, que para trabajos en altura que superen los 4 (cuatro) metros a partir de la cota 0 (cero) o nivel inmediato inferior a la superficie de trabajo.

En particular, en este trabajo, se hace foco en la primera etapa, en la cual se desarrolló un análisis del sistema de trabajo en altura para las tareas de limpieza de ladera de cerro, tomando como base la normativa legal y técnica vigente para la estipulación de parámetros básicos y procedimientos estándar. Esto sirvió para la verificación del diseño y la selección de los componentes del sistema anticaídas.

A modo de complementar el objetivo del trabajo seguro, se elaboraron e implementaron herramientas, que permitiesen poner de manifiesto la importancia del consentimiento informado, en materia de seguridad y salud, a fines de minimizar los riesgos a correr por el trabajador.

Una de estas herramientas es el **permiso de trabajo seguro en altura**, de la que se presenta un modelo a continuación:

DEPARTAMENTO HIGIENE Y SEGURIDAD PRESA EL BOLSON	PERMISO de trabajo seguro TRABAJO EN ALTURA	Rev. 1.1

Obra: ....

Sector: ....

Trabajo a realizar: ....

Solicitante: ....

Fecha y hora de inicio de control por SHYSL: ....

Parte 1 Generalidades (responder SI / NO)	Turno 1
Las condiciones climáticas son las adecuadas	
El personal posee los epp necesarios para la tarea	
Los operarios fueron capacitados para realizar la tarea	
El sector de limpieza está en condiciones optimas de trabajo	
El personal se encuentra en condiciones optimas para realizar la tarea	
Responsable de la evaluación	

Parte 2 Revisión de Equipos (responder SI / NO / NC - no corresponde-) y observaciones Desgaste Corrosión Grietas Cortes deshilachados	Turno 1
Arnés:	
Hebillas:	
Frenos antiácidas:	
Soga:	
Línea de vida:	
Responsable de la evaluación	

Parte 3 Señalización y Avisos (responder SI / NO)	Turno 1
El sector de trabajo se encuentra delimitado	
Solo se encuentra en zona de trabajo personal autorizado	
Responsable de la evaluación	
Parte 4 Medidas de seguridad a tomar	

Parte 5 AUTORIZACIÓN

Fecha: .... Hora de inicio: .... Hora de finalización prevista: ....

Personal operativo involucrado: 1.- .... 2.- .... 3.- 4.-		
SE HA INSPECCIONANDO EL AREA Y/O EQUIPO EN QUE SE VA A EFECTUAR EL TRABAJO Y SE HAN REALIZADO LAS OPERCIONES OPORTUNAS. **CERTIFICAMOS QUE ESTE TRABAJO SE PUEDE EFECTUAR CON SEGURIDAD**		
Autorizante Higiene y Seguridad	**Firma** Aclaración	
Autorizante Capataz	**Firma** Aclaración	

Finalmente, es importante mencionar que posteriormente y durante la cantidad

de días que involucró el desarrollo de las tareas de limpieza de ladera del cerro, no se registraron accidentes de trabajo y el sistema anticaídas resistió, permaneciendo en condiciones óptimas. Por lo que se puede concluir que, la aplicación de las etapas del procedimiento de trabajo seguro, es en gran parte responsable de esos resultados.

REFERENCIAS

1. Norma IRAM 3622-1 Protección individual contra caídas en altura. Parte 1. Sistema anticaídas.

2. Norma IRAM 3622-2 Protección individual contra caídas en altura. Parte 2. Sistemas de sujeción y posicionamiento.

3. Norma IRAM 3626 Protección individual contra caídas en altura: Dispositivos de anclaje. Requisitos y métodos de ensayo.

4. Norma IRAM 3605-1 Dispositivos de seguridad individual para protección de personas en caída de altura. Requisitos y Métodos de ensayo.

5. Decreto Nº 911 de Seguridad en la Construcción.

6. Decreto Nº 351 Reglamentario de Ley Nacional 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

7. Resolución S.R.T. Nº 1642/2009.

8. Trabajos en altura. Seguridad y uso de EPI contra caídas. Juan R. Martínez Pascual. Editorial Fund. Confemetal. ISBN-13: 9788492735761

CAPÍTULO 8

PASSAGEM DE FAUNA ELEVADA

Data de aceite: 01/04/2022

Norival Agnelli
Centro Universitário Sagrado Coração - Unisagrado
Bauru-SP

Pedro Henrique Jacomini Malinosqui
Centro Universitário Sagrado Coração - Unisagrado
Bauru-SP

Fabiana Ferraz Munhoz
Centro Universitário Sagrado Coração - Unisagrado
Bauru-SP

Aldo Theodoro Gaiotto Junior
Centro Universitário Sagrado Coração - Unisagrado
Bauru-SP

Ricardo Ramos da Rocha
Centro Universitário Sagrado Coração - Unisagrado
Bauru-SP

RESUMO: Com a crescente demanda de concessões de rodovias e respectiva exploração de seu mercado, surge a necessidade de uma renovação nos métodos atuais de execução das obras de ampliação das estradas concessionadas, a fim de tornar seu desenvolvimento sustentável e diminuir os impactos negativos gerados por essas rodovias na fauna local e no meio ambiente. Para que as rodovias brasileiras assumam uma posição expressiva de responsabilidade e referência mundial, é necessário o incentivo por meio de leis governamentais a novos métodos de conservação de fauna. Este artigo faz um comparativo entre modelos existentes de passagem de fauna, com enfoque nos modelos mais praticados no estado de são paulo, e apresenta uma projeção de passagem de fauna elevada demonstrando seu benefício a longo prazo. Em seguida, compara cada um destes modelos de passagens de fauna, suas respectivas vantagens e desvantagens, e aponta ações que o país pode adotar para melhorar o incentivo e desenvolvimento destas estruturas de modo a conscientizar as grandes empresas a terem um papel de maior responsabilidade e pioneirismo neste assunto, e que possam influenciar outros países a adotarem atitudes responsáveis com o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Passagem de fauna elevada; rodovia; acidentes; meio ambiente.

ELEVATED FAUNA PASSAGE

ABSTRACT: With the growing demand for highway concessions and the respective exploitation of their market, a renewal in the current methods of execution of the concessions' road expansion works it is needed, in order to make its development sustainable, and to diminished the negative impact of these highways over the local fauna and in the environment. In order for brazilian highways to assume an expressive position of responsibility and a world reference, it is necessary to increase new methods of fauna conservation through government laws. This article is a comparison between existing fauna

passage models, with a focus on the most practiced models in the state of são paulo and presents a high fauna passage projection demonstrating their long-term benefit. Then, it compares each of these fauna tickets models, their respective advantages and disadvantages, and points out actions the country can take to improve the incentive and development of these structures in order to aware of the major responsibilities and pioneering in this matter, and that may influence other countries to adopt responsible attitudes with the environment.
KEYWORDS: Elevated fauna passage; highway; accidents; environment.

1 I INTRODUÇÃO

A rodovia é o principal caminho para interligar as cidades, sendo ela a mais comum para o transporte de pessoas e mercadorias. Consequentemente com o grande crescimento urbano, a necessidade de novas rodovias ou de ampliações das já existentes foi aumentando gradativamente ao longo dos anos, sendo então, cada vez mais necessárias medidas para suprir tal demanda. Em geral, os projetos viários são considerados obras que representam benefícios sociais e econômicos para as regiões e melhoram a qualidade de vida dos habitantes, constituindo assim um elemento importante de desenvolvimento (CAIN et al., 2003; ARROYAVE & GÓMEZ, 2006, apud ABRA, 2012).

Ao passar dos anos, se notou a limitação da capacidade do governo de realizar os investimentos necessários para implantação, manutenção, ampliação e operação das rodovias, situação essa que levou a uma expressiva deterioração da qualidade do asfalto e demais componentes presentes na rodovia. Tal deficiência encontrada na gestão governamental das rodovias obrigou os estados a uma união de esforços para encontrarem uma maneira mediante a qual fosse possível reverter essa situação precária das rodovias. A partir desses esforços governamentais, surge, então, o programa de concessão de rodovias, onde se delega à iniciativa privada, mediante licitações e contratos, a recuperação e modernização de estradas.

O foco da concessão é manter o conjunto de ações previsto em contrato e consequentemente em edital, como a realização de investimentos sob constante desenvolvimento, tendo em vista a realização de ampliações, manutenção da malha rodoviária, serviço de operação rodoviária, entre outras obrigações adotadas pelo governo do estado, tendo em troca a sua exploração da faixa de domínio e lucros obtidos pela cobrança da tarifa de pedágio. Uma das obrigações a qual a concessionária responsável pela rodovia está exposta, é a preservação da segurança do usuário da rodovia, tendo então a previsão de adotar medidas de segurança em todo e qualquer caso que o usuário possa estar exposto.

No entanto, a construção de novas rodovias, particularmente intensa no último século nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, permitiu a expansão da rede viária até as mais remotas áreas naturais remanescentes, resultando muitas vezes na quebra de conectividade das relações ecológicas nos ecossistemas por elas cortados (TROCMÉ,

2006).

Em consequência, algumas localizações em determinadas rodovias promovem uma maior taxa de mortalidade de animais, devido ao cruzamento dos mesmos pela rodovia. (POLETTO, 2002, apud CAMPAGNOLI, 2016).

Diante dos problemas enfrentados devido aos acidentes ocasionados pelos atropelamentos de animais, passou-se a adotar a implantação de “passagens de fauna” ao longo da rodovia, onde se tem uma cerca-guia junto de um telamento, que direciona os animais até essas passagens, proporcionando então a segurança do usuário da rodovia e do animal.

Realização de monitoramento de longa duração dos impactos que são causados por rodovias sobre a fauna são recentes no Brasil e estão centrados principalmente na mortalidade associada as rodovias (DORNAS et al., 2012, apud DORNELLES, 2015).

A implantação das passagens faz parte de um estudo prévio de trânsito dos animais e, mensalmente, são analisados os registros feitos pelas câmeras de fauna. Assim, espera-se tomar outras medidas para reduzir o número de acidentes com a fauna, reforçando o compromisso com o meio ambiente e com os usuários (SANTOS, 2017).

Este artigo apresenta uma comparação entre dois modelos de passagem de fauna, sendo um deles, o de passagem subterrânea e, o outro, de passagem elevada, demonstrando os possíveis benefícios com a instalação da passagem de fauna elevada, no tocante a preservação do meio ambiente, a estética criada com a obra de arte realizada pela engenharia, as possíveis diminuições de acidentes devido a uma nova medida mitigatória e a probabilidade na diminuição da taxa percentual de mortes de animais nesse modelo de passagem de fauna. Com essa abordagem, espera-se que ações governamentais e empresariais sejam adotadas no sentido de incentivar o desenvolvimento dessas estruturas de passagens de fauna elevadas.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos anos de 2007 a 2010, o Programa de Aceleração ao Crescimento (PAC) implantou 45.337 km de obras rodoviárias no Brasil, dentre as quais, obras de recuperação, adequação, duplicação e construção de novas rodovias, que custaram 33,4 bilhões de reais ao Governo Brasileiro (ABRA, 2012).

As rodovias acabam gerando um confronto com o meio ambiente, por gerarem um corte no local de sua implantação e/ou ampliação, podendo causar um desequilíbrio de fauna devido a atividades não realizadas para a mitigação desta questão. Diante dessa situação começaram a ser implantadas passagens de fauna ao longo da malha rodoviária, esperando-se, mediante essa adoção, causar um menor impacto na locomoção das espécies, evitando com que os animais sejam vítimas de atropelamento e consequentemente, evitando com que o usuário da rodovia em questão, corra o risco de sofrer um acidente

devido ao atropelamento destes animais, que possam estar tentando cruzar a rodovia.

Atualmente a Agência Reguladora de Transporte do Estado de São Paulo (ARTESP), responsável pela fiscalização das rodovias concessionadas no estado de São Paulo, inseri nos editais de concessão, medidas e diversos procedimentos que asseguram o cumprimento das legislações ambientais nas implantações de obras de rodovias.

As autoridades necessitam urgentemente de métodos para prever, avaliar e mitigar efeitos adversos das rodovias, e utilizar esse conhecimento no planejamento e manutenção das infraestruturas de transporte (SEILER, 2003).

2.1 Surgimento da passagem de fauna

Atualmente não existe uma lei que determine a obrigatoriedade da implantação de uma passagem de fauna em uma rodovia. Existe apenas uma determinação da "Diretoria CETESB nº 141/2018", que explicita:

> Artigo 1º - Estabelecer os critérios para a destinação final ambientalmente adequada de animais mortos em rodovias no Estado de São Paulo.
>
> Artigo 2º - Para os efeitos desta Decisão de Diretoria, entende-se por:
>
> I – Operadores de rodovias: Empresas e ou órgãos públicos responsáveis pela operação e funcionamento das rodovias.
>
> II - Animais mortos em rodovias: resíduos constituídos por animal(ais) acidentado(s) em rodovias que tenham ido a óbito, devendo ter destinação final ambientalmente adequada.
>
> [...] X – Manejo de Fauna in situ: qualquer ação ou atividade que altere ou modifique, mesmo que temporariamente, o comportamento do animal em vida livre, sua movimentação, distribuição, ocorrência ou reprodução, para finalidade de levantamento, monitoramento, resgate, transporte, controle populacional, soltura, reintrodução, translocação, extração ou retirada de todo ou partes deste, visando primordialmente à conservação da biodiversidade, ao uso sustentável de recursos naturais, à redução de riscos à saúde e segurança pública e à redução de prejuízos às atividades agropecuárias.[...] (Santos, Carlos Roberto; FIlho, Geraldo Do Amaral; Agnello, Waldir; Serpa, Eduardo Luis; Costa, Ana Cristina Pasini, 2018).

Diante desta determinação dada pela CETESB, a passagem se tornou uma condicionante estabelecida na obtenção da licença ambiental, que é necessário se obter para realizar as obras de implantação ou ampliação rodoviária, que se é determinada através do contrato de concessão, concedido pela ARTESP. Através deste contrato se faz necessário a elaboração e a emissão do Decreto de Utilidade Pública (DUP), específica para as diversas obras ao longo da malha rodoviária, onde são estabelecidos as áreas desapropriadas, os pontos e os segmentos referentes as áreas desapropriadas, os proprietários das respectivas áreas, e outras determinações, tendo o seu vigor apenas a publicação do mesmo em diário oficial do Estado de São Paulo.

Diante da existência de grandes impactos ambientais causados pela rodovia, é evidente a importância de projetos que permitam a passagem segura para as diversas

espécies de animais presentes na biota local. Atualmente, essas passagens são, em sua grande maioria, passagens subterrâneas, que são túneis que cruzam as rodovias. Diante do ponto de vista ecológico, as passagens de fauna subterrâneas apresentam diversos problemas, como sua estrutura, dimensões e cuidados com a luminosidade interna, fatores esses que podem fazer com que algumas espécies não se sintam seguras para utilizarem este meio como uma travessia.

Dentro dos órgãos responsáveis pela administração das rodovias e das Concessionarias, engenheiros civis e ambientais trabalham em conjunto na implantação de medidas mitigadoras em rodovias. A passagem de fauna apropriada deve contemplar a paisagem local, o tipo de habitat afetado e as espécies-alvos presentes naquele ambiente. É importante ressaltar o grande crescimento dos programas de concessão, que acabam gerando um maior número de implantação de passagens de fauna devido as obrigatoriedades das obras de ampliação que deverão ser executadas ao longo do trecho concessionado.

No Brasil as competências da avalição de impacto ambiental estão previstas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que realiza as funções de identificação, prevenção e interpretação dos dados e, previstas também, no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que se encarrega da comunicação com o público (CAMPAGNOLI, 2016).

2.2 Passagem de fauna subterrânea

Nas passagens de fauna subterrâneas, implantam-se cercas, acompanhadas de telas, no intuito de guiar o animal para a passagem de fauna existente no local e para se evitar que o animal adentre na rodovia e sofra possível atropelamento além de poder causar um acidente com vítimas, dependendo do tipo e tamanho do animal.

Para se realizar a implantação de uma passagem de fauna, devem ser levados em consideração diversos pontos como, a análise da topografia local, as limitações dos processos construtivos do ambiente em questão, o nível de agressividade ambiental do local, o nível de exigência da implantação da passagem, as ocorrências com atropelamento de animais, entre outras questões.

As passagens de fauna devem ser empregadas juntamente com as cercas condutoras, pois as duas estruturas são parte de um conceito único para manter a conectividade entre populações de animais. Na tentativa de os animais atravessarem as rodovias, eles são primeiramente barrados pelas cercas, que funcionam como guias para conduzi-los até as passagens de fauna. Sem as cercas, o sucesso das passagens é baixíssimo. (IUELL, 2003; TROCMÉ, 2006; apud ABRA, 2012). A Figura 1 mostra uma passagem de fauna subterrânea (ABRA, 2012).

Figura 1 – Passagem de fauna subterrânea

Fonte: Abra (2012) – Foto: Fernanda Delborgo Abra

Atualmente poucas passagens de fauna possuem os requisitos necessários para garantir a sua funcionalidade plena, tais como, inadequação ou ausência de telas, problemas estruturais nas dimensões dos dispositivos que acabam não passando por uma avaliação antes de sua implantação, falta de manutenções periódicas dos dispositivos, desconsideração das características da paisagem e, o que também é muito importante, não foram respeitadas as características do terreno quanto às áreas sujeitas ao alagamento.

Diante destes problemas, as passagens de fauna subterrâneas acabam apresentando ineficiência, resultando com que o animal que deveria ser destinado a estas áreas de passagem, acaba tomando outra rota para seguir em direção ao seu destino, podendo, neste caso, vir a cruzar a rodovia em nível, correndo um risco de acidente.

A morte de animais por atropelamento tem sido identificada como uma das principais ameaças a vida selvagem e, consequentemente, um grande causador de acidentes aos usuários das rodovias. Atualmente as Concessionárias realizam trabalhos para identificar pontos considerados críticos de atropelamento (hotspots), ao longo das rodovias. O resultado da identificação destes “hotspots” é um trabalho de mitigação de atropelamento de fauna.

A Concessionária Auto Raposo Tavares (CART), que administra 834 quilômetros de rodovias entre Presidente Epitácio e Bauru, no Estado de São Paulo concluiu parte de seu programa de mitigação de atropelamento de fauna e o resultado atingido está acima do indicado pela literatura científica. Em um trecho de 71 km de rodovia, entre os municípios de Maracaí e Regente Feijó, houve redução de 72% do índice de atropelamento de animais, mesmo com a duplicação da pista e aumento do Volume Diário Médio de veículos (VDM).

Se forem considerados apenas os hotspots (pontos críticos de atropelamento) desse segmento, o índice de redução sobe para 86%. A literatura científica indica que

hotspots tratados apresentem entre 79% e 97% de redução, portanto a CART está dentro da faixa indicada pelos especialistas. A Concessionária destaca, ainda, que quatro hotspots tratados tiveram 100% de aproveitamento, ou seja, não houve mais atropelamento de animais nesses locais. [...] (GIACON, 2017).

Os programas de mitigação começam pelo mapeamento destes hotspots e das estruturas já existentes (passagens de fauna) que em seguida passam por uma minuciosa análise dos registros de ocorrências de atropelamento animal, afugentamento ou avistamento, que segue por uma implantação de medidas mitigadoras, como a construção da passagem de fauna, ou adaptação de uma estrutura próxima existente. Após a realização destas etapas é realizado o monitoramento das passagens implantadas ou adequadas, a fim de determinar os resultados positivos destas, como o número e as espécies de animais que passam pelo local, tendo, no final, o levantamento desta fauna local e o índice de acidentes ocorridos.

2.3 Passagem de fauna elevada

Atualmente o número de passagens de fauna elevadas no Brasil é pequeno, devido ao custo de uma obra deste porte e do baixo interesse de apresentação de propostas e estudos para a implantação dessas passagens. Porém, esse tipo de passagem de fauna é muito comum em países europeus e na América do Norte, por ser uma tratativa mais abrangente para a preservação da biota, além de que o viaduto proporciona a integração dos fragmentos de vegetação local nos dois sentidos da via.

Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), “diversos estudos internacionais apontam que os viadutos de fauna são acessados por um grande número de espécies”.

É imprescindível levar também em consideração, como um dos principais resultados positivos desse tipo de passagem de fauna, a diminuição dos acidentes por atropelamento de diversas espécies que estão presentes no ambiente local, animais esses que, na presença de uma passagem de fauna subterrânea inadequada, poderiam se sentir inseguros e acabariam cruzando a rodovia em nível, se pondo ao risco de um atropelamento.

A Concessionária Autopista Fluminense deu início às obras de um viaduto vegetado para minimizar o impacto ambiental da duplicação da BR 101 no Rio de Janeiro. A Figura 2 produzida pela Ciclovivo (2018), ilustra um projeto elaborado referente a uma passagem de fauna elevada sobre viaduto, que poderá ser construído por essa concessionária, demonstrando sua vista em perfil.

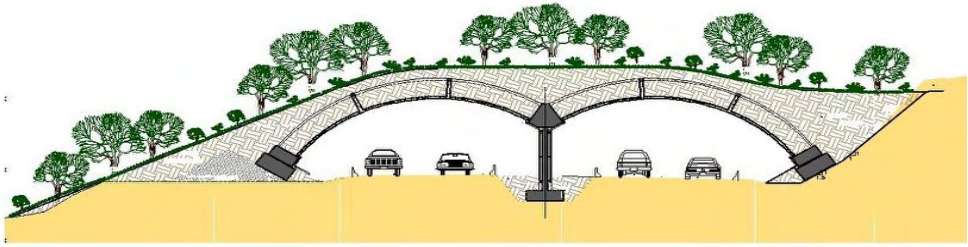



Figura 2: Projeto exemplo de uma passagem de fauna elevada

Fonte: Ciclovivo (2018)

A passagem de fauna elevada é executada na forma de um viaduto com o qual se tem a preservação do ambiente presente naquela região, ou fazendo com que os veículos atravessem o local através de tuneis.

A elaboração de um projeto de passagem de fauna elevada deve ser realizada de maneira detalhada, ao ponto de que se leve em consideração uma profundidade ideal do solo colocado sobre o viaduto, a partir do qual se possa gerar o assentamento de árvores e de outros tipos de vegetação local, sendo essa profundidade da ordem de 1,30m.

Existe a necessidade de uma arquitetura específica para este tipo de obra, que acaba sendo de extrema importância para se poder obter um aproveitamento estético nesse ponto da rodovia, pois se trata de uma obra de arte de grande porte. A Figura 3, produzida pela Geostec (2016) e publicada pela Gazeta do Povo (2016), mostra uma passagem de fauna elevada existente na Alemanha.

Figura 3 - Ponte verde na Highway A20, Alemanha, auxilia a travessia de animais silvestres

Fonte: Gazeta do Povo (2016) - Geostec (2016) - Foto: © Autobahn

3 I COLETA DE DADOS

Realizou-se uma coleta de dados referentes aos acidentes que ocorreram em uma rodovia devido ao atropelamento de animais, tomando-se por base a rodovia Eng. João

Baptista Cabral Rennó – SP 225, onde foram escolhidos dois pontos, um no km 267, onde existe uma passagem de fauna subterrânea e outro, no km 292, onde não há nenhum tipo de passagem de fauna. Os dados referentes a esses acidentes são apresentados na Tabela 1, tendo sido coletados mediante o apoio da equipe operacional da empresa Concessionária Auto Raposo Tavares (CART).

Local	Quantia de acidentes registrados
Com passagem de fauna – km 267	2 acidentes
Sem passagem de fauna – km 292	17 acidentes

Tabela 1: Dados coletados referentes aos acidentes devido a atropelamentos de animais

Fonte – Autores (2019)

Os dados apresentados na Tabela 1 evidenciam expressiva diferença no número de acidentes por atropelamento de animais ao se comparar esses dois pontos, um com passagem de fauna e outro sem a referida passagem. As Figuras 4 e 5 ilustram os dois pontos em que esses dados foram levantados.

Figura 4 – Ilustração do local em que existe uma passagem de fauna

Fonte - Google Earth Pro (2018)

Figura 5 – Ilustração do local onde não existe uma passagem de fauna

Fonte - Google Earth Pro (2018)

Realizou-se uma visita na passagem de fauna existente no km 267 da referida rodovia, foco de estudo dessa pesquisa, onde constatou-se a utilização de tubulação com 1,50m de diâmetro. A Figura 6 mostra a referida passagem, sendo que em (a) tem-se a visão interna e em (b) tem-se a visão externa, onde se constata o telamento utilizado para proporcionar o direcionamento dos animais para o interior desse dispositivo. A CART faz o monitoramento das passagens de fauna e pôde-se constatar que nessa passagem do km 267 houve um total de 107 travessias de animais no ano de 2019.

(a)– Visão interna da passagem de fauna

(b) Visão externa da passagem de fauna

Figura 6 – Passagem de fauna subterrânea

Fonte – Autores (2019)

Já a passagem de fauna elevada exige a construção de um viaduto e não existem leis que determinam qual método deverá ser executado, cabendo às Concessionárias definirem o modelo, o qual acaba ficando atrelado, pelo menos por ora, à disponibilidade

orçamentária da empresa.

A CART possui um modelo que pode ser adotado em rodovias sob sua concessão. As Figuras 7 e 8 ilustram as estruturas desse modelo.

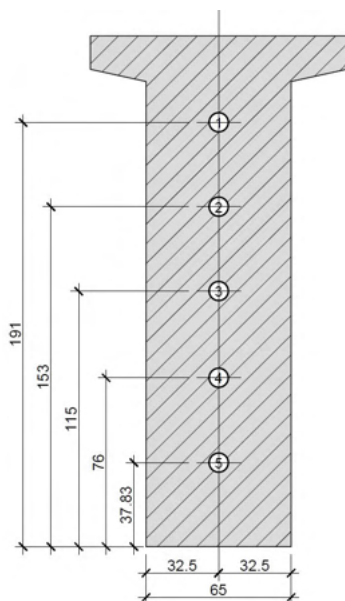



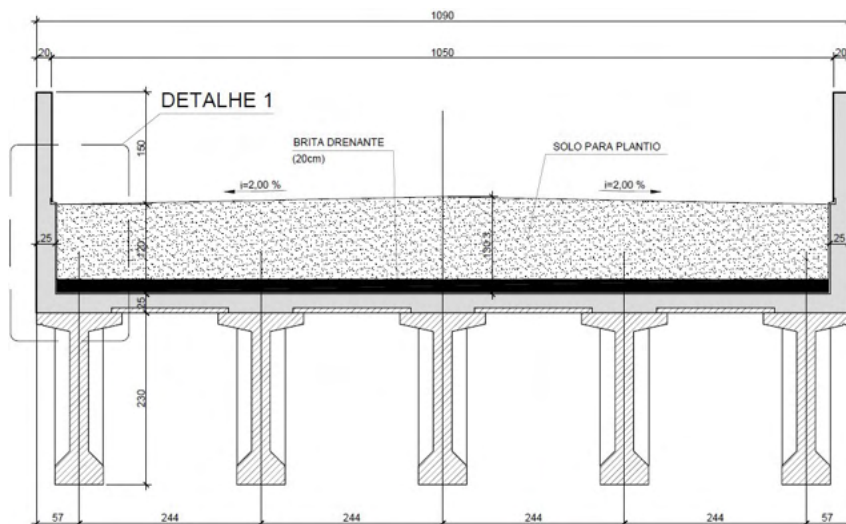
Figura 7 - Modelo de seção de viga pré-moldada em concreto armado utilizada em passagem de fauna elevada

Fonte – CART (2019)

Figura 8 – Modelo da superestrutura de uma passagem de fauna elevada

Fonte – CART (2019)

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não há dúvida que a implantação de uma passagem de fauna elevada representa um custo bem maior do que uma passagem de fauna subterrânea, já que a elevada exige a construção de um canteiro específico para a construção desse dispositivo, uma vez que há a necessidade de se construir um viaduto para esse fim. Então há o custo de implantação e posteriormente o custo da desmobilização desse canteiro. Haverá também o custo de materiais e de máquinas para realização dessa obra, que é de grande porte e se enquadra como uma obra de arte que envolve infraestrutura e superestrutura.

Contudo, vários aspectos precisam ser considerados quando se analisam esses dois modelos. A passagem de fauna elevada apresenta a vantagem de possuir um tempo de vida útil mais elevado, um custo mínimo referente a sua manutenção, menor agressão ao meio natural presente no local, trata-se de um ambiente aberto e livre, com iluminação natural e facilidade de locomoção dos animais, que instintivamente se direcionam para esse dispositivo fazendo a passagem com segurança.

Um aspecto bastante positivo para uma passagem de fauna elevada é a estética que ela proporciona ao longo da estrada. Aposta-se que a presença de um maior número de engenheiros, principalmente ambientalistas voltados para essa visão de passagem de fauna elevada possa, em um futuro breve, contribuir para tornar uma realidade a implantação desse tipo de passagem de fauna em um número significativo de rodovias no país, colocando as nossas estradas como modelo para outros países em termos de beleza e respeito ao meio ambiente.

É de se esperar também, que a CETESB venha a regulamentar em breve a implantação de passagens de fauna elevadas e que as Concessionárias se conscientizem para os aspectos positivos que esse modelo de passagem possui e, dessa forma, as rodovias no país passarão a ter uma visibilidade bastante positiva não só para os usuários, mas perante outros países, servindo de modelo e de respeito.

REFERÊNCIAS

ABRA, F. D., **Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP – 225 no município de brotas, São Paulo**, 2012 79 f.

CAMPAGNOLI, M. M., **A fragmentação da paisagem e a construção de rodovias: O Rodoanel Mário Covas (SP-021) – Trecho Leste**., 2015 70 f. Dissertação (Bacharelado em Geografia) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

CICLOVIVO. **Viaduto vegetado destinado a travessia de animais**. [S.I] 2018. Disponível em: https://ciclovivo.com.br/arq-urb/urbanismo/viaduto-vegetado-travessia-animais/. Acesso em: 20 de agosto de 2019.

DORNELLES, S. S., **Impactos da duplicação de rodovias**: **Variação da mortalidade de fauna na BR 101 Sul**, 2015 70 f. Tese (Doutorado em ciências biológicas) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

GAZETA DO POVO. **Pontes verdes garantem que animais atravessem estradas com segurança.** [S.I] 2017. Disponível em: https://www.gazetadopovo.com.br/haus/estilo- cultura/pontes-verdes-garantem-que-animais-atravessem-estradas-com-seguranca/. Acesso em: 20 de maio de 2019.

GIACON, O. **CART reduz 72% do índice de atropelamento de animais após início do programa de mitigação de atropelamento de fauna** [S.I] 2017. Disponível em: http://www. cart.invepar.com.br/releases/13/Institucional/528/CART-reduz-72-do-indice-de- atropelamento-de-animais-apos-inicio-do-programa-de-mitigacao-de-atropelamento-de- fauna.html. Acesso em: 22 de maio de 2019.

SANTOS, Carlos Roberto; FILHO, Geraldo Do Amaral; AGNELLO, Waldir; SERPA, Eduar do Luis; COSTA, Ana Cristina Pasini. **Decisão de Diretoria Nº 141/2018/I** [S.I] 2018. Dispo nível em: https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/08/DD-141-2018-I- destina%C3%A7%C3%A3o-de-animais-mortos-em-rodovias-4.pdf. Acesso em: 10 de junho de 2019.

SANTOS, L. **Passagens de fauna na BA 099 aumentam a segurança de animais e usuários** [S.I] 2017. Disponível em: http://www.invepar.com.br/show.aspx?idMateria=v4sA M8/30ggvr40u+HwHKA==. Acesso em: 13 de março de 2019.

SEILER, A., 2003. **The toll of the automobile: wildlife and roads in Sweden.** Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 2003.

TROCMÉ, M., 2006. **Habitat Fragmentation Due to Linear Transportation Infrastructure: An Overview of Mitigation Measures in Switzerland**. Swiss Transport Research Conference. March 15 – 17, 2006.

SOBRE O ORGANIZADOR

ADRIANO PEREIRA DA SILVA - Mestre e doutorando em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO); Pós-Graduado em Gestão da Manutenção pela Universidade Salvador (UNIFACS); Pós-Graduando em Gestão de Projetos pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR); Graduado em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE); Graduado em Ciências Contábeis pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Atua como professor instrutor de ensino e aprendizagem no núcleo das engenharias da Pitágoras-BA; coordenador do projeto de extensão "Engenharia no Cinema"; auditor do Sistema de Gestão Integrado; revisor de periódico científico na Revista Brasileira de Meio Ambiente; membro da comissão editorial da editora Atena; conteudista de material acadêmico na Dtcom, Grupo Kroton e Grupo Ideale; escritor; palestrante; consultor de eficiência produtiva; além de trabalhar na Pacioli Serviços Contábeis no gerenciamento de processos. Possui vivência em projetos multidisciplinares nas áreas de Manufatura, Logística de Armazenamento e Gerenciamento de Projetos, com foco no planejamento, desenvolvimento das funções, correção e melhoria contínua.

ÍNDICE REMISSIVO

SÍMBOLOS

A

C

D

E

F

G

V

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED PRODUCTION ENGINEERING 2

Ano 2022

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED PRODUCTION ENGINEERING 2

Ano 2022